



Mittaustiedon hallinta ja hyödyntäminen sähkömarkkinoilla

Aki Tainio

Sähkötekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö
Sähkövoimatekniikka
Insinööri (AMK)

KEMI 2013

ALKUSANAT

Haluan kiittää Kemin Energia Oy:tä mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö. Työn aihe oli haastava ja mielenkiintoinen. Erityisesti haluan kiittää Petri Lentoa työnaiheesta ja sen ohjauksesta sekä koko Kemin Energian henkilökuntaa hyvästä työilmapiiristä. Lisäksi kiitos opinnäytetyön ohjaajalle Antero Martimolle.

Kemissä 22.3.2013

Aki Tainio

TIIVISTELMÄ

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU, Tekniikka

Koulutusohjelma:	Sähkötekniikan koulutusohjelma
Opinnäytetyön tekijä:	Aki Tainio
Opinnäytetyön nimi:	Mittaustiedon hallinta ja hyödyntäminen sähkömarkkinoilla
Sivuja (joista liitesivuja):	113 (8)
Päiväys:	22.3.2013
Opinnäytetyön ohjaaja:	Ins. Antero Martimo
<p>Opinnäytetyö tehtiin Kemin Energia Oy:n toimeksiannosta. Työn aiheena oli tehdä kuvaus etäluennassa käytettävistä tietojärjestelmistä ja laitteista. Työssä tutkittiin myös pientuotannon vaikutusta asiakkaaseen ja verkkoyhtiöön, sekä sähkönlaadunmittauksiin käytettäviä mittalaitteita ja raportointipalvelua.</p> <p>Työn alussa esiteltiin sähköenergianmittauksen teoriaa ja lakien asettamia velvoitteita energianmittauslaitteistolle. Teoriaosassa myös esitellään vanhojen mittareiden mittaustapoja, mittamuuntajien toimintaa sekä etäluentajärjestelmää ja tiedonsiirto-tekniikoita.</p> <p>Opinnäytetyöhön liittyvä aineisto saatiin laitevalmistajilta, järjestelmätoimittajilta sekä Kemin Energia Oy:ltä. Dokumentaation avulla pystyttiin kuvaamaan laitteistot ja järjestelmät. Tietoa työhön saatiin myös mittaripuolen henkilöstöltä. Lisäksi aineistona on käytetty aihetta sivuavia opinnäyte- ja diplomitöitä.</p> <p>Työn lopputuloksena saatiin yleiskuvaus Kemin Energia Oy:llä käytössä olevista tietojärjestelmistä sekä laitteistosta. Tietojärjestelmien kuvaukseen sisällytettiin käyttöohjeet. Pientuotanto määriteltiin ja selvitettiin sen mahdolliset vaikutukset verkkoyhtiölle ja asiakkaalle. Sähkönlaadunmittauksiin käytetyistä laitteista selvitettiin niiden ominaisuudet. Opinnäytetyössä tehtiin myös kuvaus sähkönlaadun raportointipalvelusta ja sen ominaisuuksista. Sähkönlaadun raportointipalvelusta tehtiin kuvaus sen käytöstä ja ominaisuuksista.</p>	
Asiasanat: mittauss, pientuotanto, sähkömittarit, tiedonsiirto, tietojärjestelmät.	

ABSTRACT

KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Technology

Degree programme:	Electrical Engineering
Author:	Aki Tainio
Thesis title:	Measurement Data Control and Use in Electrical Market
Pages (of which appendixes):	113 (8)
Date:	22 March 2013
Thesis instructor:	Antero Martimo, Engineer
<p>The study was commissioned by Kemin Energia Oy. The aim was to create a description about the automatic meter reading system and the equipment which have been used in Kemin Energia's distribution network. The effect of small-scale production to customers and distribution network companies were studied. The metering equipment and reporting service which have been used in metering the quality of supply were studied.</p> <p>The theory of metering electrical energy and the requirements to the energy metering equipment accorded by the law is presented at the beginning of the study. The theory part presents an operational principle of the measuring equipment, instrument transformer, automatic meter reading system and data transmission technology.</p> <p>The material was gathered from component manufacturers, system manufacturers and Kemin Energia Oy. Other theses and studies required for a diploma were used as information sources.</p> <p>The result of the study is a description about the data systems and equipment which are used in automatic meter reading in the distribution network of Kemin Energia Oy. Instructions were included in the data systems description. The definition in small-scale production was examined. The potential effects of small-scale production on customers and distribution companies were studied. The study examined the features of the equipment and the reporting service used for measuring the quality of supply.</p>	
<p>Keywords: measuring, small-scale production, electricity meters, data transmission, data systems.</p>	

SISÄLLYS

ALKUSANAT	2
TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT.....	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	8
2 KEMIN ENERGIA OY	9
3 LAIT	11
3.1 Mittalaitelaki	11
3.2 Sähkömarkkinalaki	12
3.2.1 Sähkötase	12
3.2.2 Kuormitusmallit	14
3.2.3 Tariffit	15
4 VAATIMUKSET TUNTIMITTAUSLAITTEISTOLLE.....	17
4.1 Energiamarkkinaviraston linjaus tuntimittauslaitteistosta.....	17
4.2 Mittaustiedon säilytysaika	18
4.3 Tarkkuusvaatimukset ja toimintarajat	18
5 SÄHKÖENERGIAN MITTAUS	21
5.1 Energianmittauksen mittalaitteet	21
5.1.1 Induktio mittari	21
5.1.2 Staattinen mittari	23
5.1.3 Etäluettava mittari	24
5.1.4 Suora ja epäsuora mittaus.....	24
5.2 Mittamuuntajat	25
5.2.1 Jännitemuuntajat	26
5.2.2 Virtamuuntajat.....	27
5.3 Etäluentajärjestelmä	29
5.3.1 Tiedonsiirtotekniikat	30
6 JAKELUVERKON SUOJAUS	33
7 LAITTEISTOT	35
7.1 Mittalaitteet	35
7.1.1 Enermet MT40/MT30E.....	35
7.1.2 Landis+Gyr ET10	36

7.1.3	Landis+Gyr E120LiME/GiME	38
7.1.4	Landis+Gyr E120Lt/ -10NV-i2s1o1	40
7.1.5	Landis+Gyr E700/E600	41
7.1.6	Landis+Gyr E650	42
7.2	Toistimet	43
7.3	Keskittimet	43
7.3.1	EMPC100i	44
7.4	Katkolaitteet	45
8	TIETOJÄRJESTELMÄT	47
8.1	Ellarex	47
8.1.1	Sähköliittymä	47
8.1.2	Mittauspaikka	50
8.1.3	Käyttöpaikka	55
8.1.4	Eräajot	60
8.2	AIM	63
8.2.1	Site Manager	64
8.2.2	LV-topologia	68
8.2.3	Käyttö	71
8.2.4	Luenta	79
8.2.5	Kuuluvuushäiriöt	82
8.3	EllaEDM	85
8.3.1	Energiatili	87
8.4	TeklaNIS	88
9	PIENTUOTANTO	90
9.1	Verkonsuojaus	92
9.2	Mikrotuotanto	93
9.3	Pientuotanto asiakkaan kannalta	94
9.4	Pientuotanto verkkoyhtiön kannalta	95
10	SÄHKÖNLAATUTIEDOT	97
10.1	Sähköasemalaitteet	97
10.2	Laatuvahdit pj-verkossa	98
10.3	PQ-NET raportointipalvelu	99
11	POHDINTA	101
	LÄHTEET	103
	LIITTEET	105

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

AIM	Active Information Management, mittaustiedonhallintajärjestelmä
AJK	Aikajälleenkytkentä
AMM	Advanced Metering Management mittauksenhallintajärjestelmä
AMR	Automatic Meter Reading, automaattinen mittarinluku
CIS	Customer Information System, asiakastietojärjestelmä
DLMS	Distribution Line Message Specification, sanomanvälitysjärjestelmä
EMC	Standardi sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta
EMV	Energiamarkkinavirasto
GPRS	General Packet Radio Service, pakettiradiopalvelu
GSM	Global System for Mobile communications, matkapuhelinjärjestelmä
KJ	Keskijännite
LON	Local Operating Network, mittareiden lukuun käytetty tiedonsiirtoprotokolla
LV	Low Voltage, pienjännite
MSCONS	Sanoma, jolla välitetään mittaustietoja
MT	Mittauspäätte
PDA	Personal Digital Assistant, mittareiden asennuksessa käytetty kannettava laite, jossa on asennustietojen käsittelymahdollisuus
PJ	Pienjännite
PJK	Pikajälleenkytkentä
PLCA	Power Line Communications Analyzer, häiriöiden mittaukseen käytetty mittalaite
PLC	Power Line Communication, sähköverkkotiedonsiirto
PSTN	Public Switched Telephone Network, puhelinverkko
SMS	Short Message Service, tekstiviestipalvelu
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol, Internet-verkkoprotokolla
VKA	Vuosikulutusarvio
VM	Virtamuuntaja
VTJ	Verkkotietojärjestelmä

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö on tehty Kemin Energia Oy:n mittariosastolle, jossa oli tarvetta etäluennassa käytettävien laitteistojen ja järjestelmien kuvaukselle. Lisäksi tutkitaan pientuotantoa ja sen vaikutusta asiakkaalle ja verkkoyhtiölle, sekä sähkönlaadunmittauksia. Opinnäytetyön aihetta pohdittiin jo aikaisemmin kesätöiden yhteydessä 2010. Työn teosta sovittiin syksyllä 2012 ja sen teko aloitettiin tammikuussa 2013. Työn valintaa helpotti aikaisempi työkokemus etäluennan parissa ja tuttu työympäristö.

Opinnäytetyön tavoitteena on kuvata Kemin Energialla käytössä olevien tietojärjestelmien AIM:n, Ellarex:n ja EllaEDM:n ominaisuuksia ja sovelluksia etäluennan kannalta. Suomessa on käytössä myös muita etäluentajärjestelmiä, mutta niitä ei kuvata tässä työssä. TeklaNIS-ohjelmasta kuvataan sen etäluentaa hyödyntävät ominaisuudet. Lisäksi kuvataan käytettyjen laitteistojen ominaisuudet ja käyttökohteet. Opinnäytetyössä tutkitaan ja mitataan tiedonsiirrossa ilmenneitä kuuluvuushäiriötä. Pientuotannosta tutkitaan sen määrittelyjä ja liittämistä jakeluverkkoon, sekä sen vaikutusta niin asiakkaan kuin verkkoyhtiön mahdollisiin kustannuksiin ja tuloihin. Sähkönlaadunmittauksista ja raportoinnista kuvataan lyhyesti käytetyt laitteet ja raportointityökalu.

Tarkoituksena on luoda yleiskuva järjestelmien ja laitteistojen käytöstä. Järjestelmien kuvauksen yhteyteen on sisällytetty käyttöohjeen mukainen kuvaus, jota Kemin Energian henkilökunta voi hyödyntää järjestelmiä käytettäessä. Opinnäytetyössä luodaan yleiskuva pientuotannon yleistymisen tuomista mahdollisuuksista ja ongelmista asiakkaalle sekä verkkoyhtiölle.

Opinnäytetyö on rajattu kuvaamaan järjestelmien yleisimmin käytetyt sovellukset, mutta EllaEDM-järjestelmästä tehdään yleiskuvaus. Laitteistojen esittely rajattiin yleiskuvaukseen, josta ilmenee niiden tärkeimmät ominaisuudet. Kuuluvuushäiriöiden tutkinta rajattiin ilmenneiden ongelmien tutkintaan ja häiriöiden mittaukseen käytettävään mittalaitteeseen.

2 KEMIN ENERGIA OY

Kemin Energia Oy on Kemin kaupungin omistama osakeyhtiö. Yhtiö harjoittaa Kemissä sähköverkko- ja kaukolämpöliiketoimintaa. Vuonna 2011 Kemin Energia Oy:n toiminnan aloittamisesta on kulunut 12 vuotta. Sähkölaitostoimintaa Kemissä on harjoitettu 100 vuotta ja kaukolämpötoimintaa 37 vuotta. (Kemin Energia Oy 2011, 3.)

Kemin Energian sähkönsiirto vuonna 2011 oli 168,8 GWh ja sähköasiakkaita oli 14 917. Kaukolämpöä myytiin 150,2 GWh ja kaukolämpöasiakkaita oli 416. Työntekijöitä yhtiön palveluksessa vuoden lopussa oli 51, joista 46 vakituudessa työsuhhteessa ja määräaikaisissa viisi. Kemin Energia Oy:n liikevaihto vuonna 2011 oli 15,8 miljoonaa euroa ja liikevoittoa kertyi 2,6 miljoonaa euroa. (Kemin Energia Oy 2011, 3, 5, 6.)

Historia

Kemin Sähköosakeyhtiö perustettiin vuonna 1912. Yhtiö perustettiin pankinjohtaja Edvard Hirmun johdolla. Perustajat olivat kemiläisiä yksityishenkilöitä, mutta Kemin kaupunki ja Kemin maalaiskunta tulivat muutama vuosi myöhemmin osakkaiksi yhtiöön. Sähköä tuotettiin Mansikkanokalla sijainneen Kemin Sahaosakeyhtiön höyrykoneen pyörittämällä generaattorilla. Ensimmäiset asiakkaat olivat Sauvosaassa, missä sähköä käytettiin lähinnä valaistukseen. Kemin Sähköosakeyhtiö laajensi verkostoaan pian Kemin kaupungin alueen ulkopuolelle Kemin maalaiskuntaan, Tervolaan, Kaakamoon ja Simoon. (Kemin Energia Oy 2013, Hakupäivä 7.1.2013.)

1930-luvulla Kemin Sähköosakeyhtiö joutui talousvaikeuksiin ja suurin osakas, Kemin kaupunki, vaati yhtiön luopumista maaseutuverkoistaan. Tästä johtuen myytiin Tervolan sähköverkko Tervolan kunnalle vuonna 1938. Verotuksellisista syistä yhtiö kunnallistettiin samana vuonna. Vuonna 1938 Kemin Sähköosakeyhtiön myi sähköä 814 000 kWh. (Kemin Energia Oy 2013, Hakupäivä 7.1.2013.)

Kemin kaupungin sähkölaitos aloitti toimintansa vuoden 1939 alussa ja näin päättyi Kemin Sähköosakeyhtiö 26 vuotta kestänyt toiminta. Vuonna 1949 laajat sähköverkot Kemin maalaiskunnassa ja Alatornion kunnan Kaakamon kylässä myytiin Kemin maalaiskunnalle ja Tornionlaakson Sähkö Oy:lle. Vuonna 1952 sähkölaitos myi Simon ver-

kot Rantakairan Sähkö Oy:lle ja luopui täten maaseutuverkoista. Sähkönkäyttö lähes kymmenkertaistui 1950-luvun puoliväliin mennessä verrattuna sotaa edeltäneeseen aikaan. Vuonna 1954 sähköä myytiin 7 GWh. Sähkön myynnin kasvu jatkui suurena seuraavilla vuosikymmenillä ja myyntimäärät olivat vuonna 1968 44 GWh, vuonna 1975 75 GWh ja vuonna 1985 121 GWh. (Kemin Energia Oy 2013, Hakupäivä 7.1.2013.)

Kaukolämpötoiminta aloitettiin vuonna 1975. Kaukolämpö on nykyään kaupungin suosituin lämmitysmuoto. Kaukolämpötoiminnan aloittamisen myötä sähkölaitoksen nimi muutettiin Kemin kaupungin energialaitokseksi vuonna 1980. (Kemin Energia Oy 2013, Hakupäivä 7.1.2013.)

Ensimmäinen etäluettava pääte MT30 otettiin käyttöön Kemin Energian jakelualueella vuonna 1996. MT30 ja 40 päätteitä asennettiin vuoteen 2009 mennessä noin 100 kappaletta. Etäluettavien mittareiden vaihtourakka aloitettiin 2009. Kaikki vanhat mittarit tullaan vaihtamaan uusiin etäluettaviin mittareihin vuoden 2013 loppuun mennessä. Myös MT-yksiköt tullaan vaihtamaan mittarienvaihdon yhteydessä.

Kemin Energia Oy perustettiin vuonna 1999, samalla Kemin kaupunki myi harjoittamansa liiketoimintansa sille. Toimintansa Kemin Energia Oy aloitti vuonna 2000. Vuonna 2012 yhtiö täytti 100 vuotta. (Kemin Energia Oy 2013, Hakupäivä 7.1.2013.)

3 LAIT

3.1 Mittalaitelaki

Sähkömarkkinalain 10 pykälä edellyttää, että verkonhaltija järjestää sähkön mittauksen asianmukaisella tavalla niin kuin valtioneuvoston asetus säättää. Olennaisin sähkönmittausta käsittelevä säädös on sähkömarkkinalaissa annettu mittausasetus, joka astui voimaan maaliskuussa 2009.

Asetus määrää, että verkonhaltijan pitää järjestää sähköntoimitusten mittaus sekä mittaustietojen rekisteröinti ja ilmoittaminen sähkömarkkinoiden osapuolille. Nämä tiedot ovat perustana taseselvitykselle ja laskutukselle. Mittaustiedot on ilmoitettava sähkön toimittajalle sähkönkäyttöpaikka- tai mittauskohtaisesti. Verkkoyhtiö vastaa sähkönkäyttö- ja tuotantopaikkoihin asennettavista mittalaitteista sekä tiedonsiirtoyhteyksistä. Poikkeuksena ne asiakkaat, joilla on oma aiemman asetuksen voimassaoloaikana hankittu laitteisto. Poikkeus on voimassa vuoden 2013 loppuun saakka. (Valtioneuvoston asetus sähköntoimituksen selvityksestä ja mittauksesta 66/2009 3§, Hakupäivä 22.4.2013.)

Tavoitteena on, että siirrytään lähes kokonaan tunneittaiseen mittaukseen. Velvoitteena on, että 80 % verkkoyhtiön käyttöpaikoista tulee olla tuntimittauksessa vuoden 2013 loppuun mennessä. Kaikki yli 3 x 63 A:n käyttöpaikat ja tuotantokohteet ovat olleet tuntimittauksen piirissä jo vuoden 2010 lopusta saakka. (Valtioneuvoston asetus sähköntoimituksen selvityksestä ja mittauksesta 66/2009 6§, Hakupäivä 22.4.2013.)

Taseselvityksen pitää pohjautua tuntimittaukseen, jos kohteessa on asetuksen vaatima tuntimittauslaitteisto. Kohteissa, joissa ei ole tuntimittauslaitteistoa, voidaan soveltaa perinteisen mittauksen ja tyyppikuormituskäyrän yhdistelmää, jos kohde ei ole toimitusvelvollisen myyjän asiakas. (Valtioneuvoston asetus sähköntoimituksen selvityksestä ja mittauksesta 66/2009 4§, Hakupäivä 22.4.2013.)

Asiakkaan tulee saada mittarin tuntimittaustieto käyttöönsä samanaikaisesti kuin se on luovutettu tai valmis luovutettavaksi sähköntoimittajalle. Tiedon tulee olla käytettävissä toimitusta seuraavana päivänä, vuoden 2014 alusta lähtien. (Valtioneuvoston asetus

sähkötoimituksen selvityksestä ja mittauksesta 66/2009 4§, Hakupäivä 22.4.2013.) Kemin Energialla tämä velvollisuus hoidetaan energiatilillä.

3.2 Sähkömarkkinalaki

Suomessa suurkäyttäjien sähkön oston kilpailutus avautui sähkömarkkinalain myötä 1995. Kilpailuttaminen oli mahdollista aluksi vain yli 500 kW asiakkaille. Pienkäyttäjät pääsivät kilpailutuksen piiriin vuonna 1997. Syksyllä 1998 otettiin käyttöön tyyppi-kuormituskäyräjärjestelmä, joka helpotti kilpailutuksen toteuttamista. Ennen sähkömarkkinoiden vapautusta sähköntoimittajana toimivat paikalliset sähköyhtiöt.

Laki eriytti sähkönsiirron, -myynnin, -kaupan ja -jakelun toisistaan. Lain tavoitteena on parantaa kilpailua sähkönmyynnissä ja -tuotannossa. Laki takaa asiakkaille kohtuuhintaisen sähkön ja riittävän sähkönlaadun. Sähkönsiirrosta Suomessa vastaa kantaverkko-yhtiö Fingrid Oyj. Sähkönjakelusta vastaa paikalliset sähköverkkoyhtiöt, jotka toimivat monopoliasemassa. Lain valvonnasta vastaa EMV.

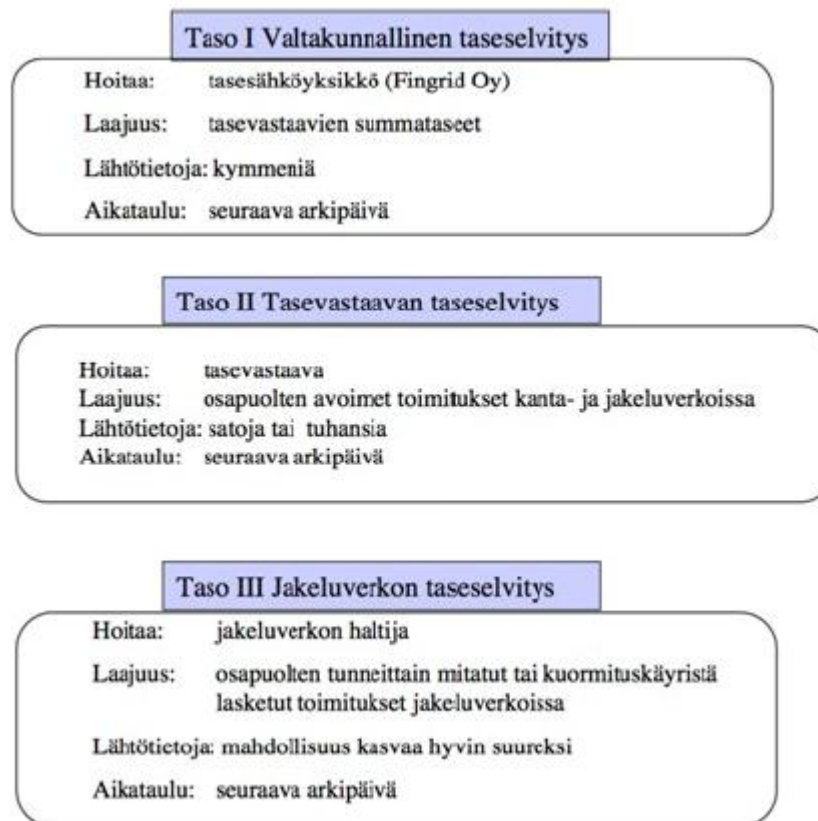
Sähkötaseen hallinta tuli ajankohtaiseksi sähkömarkkinalain myötä. Sähkötaseella pystytään varmistamaan valtakunnallinen sähköntuotannon ja – kulutuksen tasapaino (teho-tasapaino). Lisäksi on pystyttävä selvittämään sähkömarkkinaosapuolien tuntikohtainen sähkönkäyttö. Sähkömarkkinaosapuolien kannalta sähkönkäytön ennustaminen on oleellista. Etenkin sähköntuotannossa kulutusennusteet ovat merkittävät, koska tuotanto suunnitellaan niiden perusteella. Kulutuksen ennustaminen on kuitenkin käytännössä mahdotonta. Tuotannon ja kulutuksen välinen ali- tai ylijäämä hoidetaan tasehallinnalla tasesähkönä. Sähkömarkkinaosapuolien sähkönkäyttö selvitetään taseselvityksellä. (Par-tanen, Viljainen, Lassila, Honkapuro, Tahvanainen, Karjalainen, Annala & Makkonen 2012, 38.)

3.2.1 Sähkötase

Sähkömarkkinaosapuolien sähköntuotanto- ja hankintasopimuksien on katettava sähkönkäyttö ja toimitukset jokaisena tuntina. Tätä kutsutaan tasevastuuksi. Jokaisella sähkömarkkinoiden osapuolella tulee olla avoin toimittaja. Avoin toimittaja vastaa sähkön-

käytön ja kulutuksen yli- tai alijäämästä, ja sitoutuu toimittamaan sähköä todellisen kulutuksen mukaan. Suomessa ylin avoin toimittaja on Fingrid Oyj, joka samalla toimii järjestelmävastaavana. Sähkömarkkinoilla tehotasapainon ja sähkönsäätökapasiteetin hallinta on tärkeää, jotta voidaan taata sähkömarkkinoiden sekä sähkönsiirto- ja jakeluverkkojen toiminta joka hetki. Tätä toimintaa kutsutaan tasehallinnaksi.

Taseselvityksellä selvitetään kunkin sähkömarkkinaosapuolen väliset sähköntoimitukset. Kulutuksen ja myynnin sekä tuotannon ja hankinnan välisen erotuksen hoitaa avoin toimittaja. Suomessa taseselvitys on jaettu kolmeen portaaseen (kuva 1). (Partanen ym. 2012, 42.)



Kuva 1. Taseselvityksen tasot. (Partanen ym. 2012, 42.)

Suomen sähköjärjestelmän järjestelmävastaava Fingrid Oyj vastaa koko valtakunnan taseselvityksestä ja on samalla suurin avoin toimittaja. Tasevastaavat tekevät taseselvityksen kantaverkkotasolla ja jakeluverkkoyhtiöt tekevät taseselvityksen omasta jakeluverkostaan. Taseselvitys velvoittaa jakeluverkkoyhtiöt määrittelemään verkossaan tapahtuvan jokaisen sähkömyyjän myynnin tuntitasolla. Jakeluverkon taseselvityksessä käytetään kolmea tyyppikuormituskäyrää. Jakeluverkon taseselvityksessä käytetään

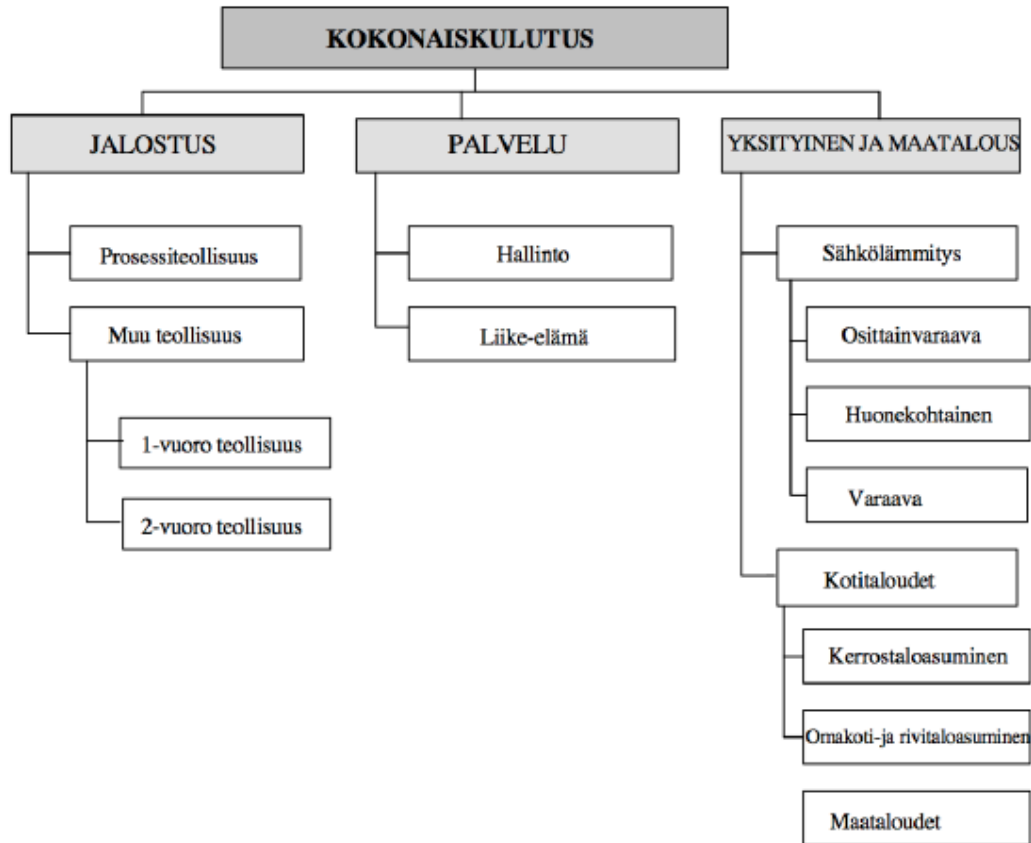
laskentakaaviota (Liite 1). Liitteestä käy ilmi, miten Kemira Energia Oy:n tase selvitys lasketaan ja mitä siinä tulee ottaa huomioon, esim. ulkopuolinen myynti ja oma tuotanto.

3.2.2 Kuormitusmallit

Sähkön kulutuksen ennustaminen on tärkeää kaikilla sähkömarkkinoiden osa-alueilla. Sähkönmyyjien on suunniteltava mahdollisimman tarkasti sähkön myynti ja hankinta. Kulutusennusteet auttavat sähkönsiirron ja -jakelun verkostosuunnittelussa, jolloin verkot mitoitetaan tarkoituksen mukaisesti. Sähkötehon tarve verkossa ei pysy vakiona, vaan siihen vaikuttaa mm. vuodenaika ja viikonpäivä. Tehon vaihtelu on pystyttävä ennustamaan ja tuotantokapasiteettia on oltava kulutushuippuja vastaava määrä. Siirto- ja jakeluverkot on mitoitettava voimakkaan tehon vaihtelun mukaan. Sähkö on pystyttävä siirtämään ilman merkittävää häviöiden kasvua ja laadun tulee pysyä standardien rajoissa.

Kuormitusmalleihin perustuvalla menetelmällä on korvattu aikaisemmin laajassa käytössä ollut Velerin kaava. Kuormitusmalleilla mallinnetaan sähkökäyttäjryhmän sähkökäyttö. Malleilla pyritään kuvaamaan sähkökäyttäjän ajallisesti ja määrällisesti muuttuvaa sähkökulutusta, jolloin saadaan selville tuntikohtainen tehontarve. Tyypikkäyttäjät on määritelty erikseen ja niitä on 40 kpl. Sähkölaitosyhdistys julkaisi kuormitustiedot vuonna 1992. Sähkölaitosyhdistys oli tehnyt tyypikkäyttäjille laajat mittaukset 1980- ja 1990-luvulla. Mittauksilla saatiin selville tyypikkäyttäjien tuntikohtainen tehonvaihtelu, tuntikeskitehojen hajonta sekä lämpötilariippuvuus. (Partanen ym. 2012, 13 - 14.)

Kuormitusmallien mukaisessa sähkön kokonaiskäytön tarkastelussa käytetään laajempia ryhmiä yksittäisten kuluttajien sijasta (kuva 2). (Partanen ym. 2012, 14.) Kuormitusmallit ovat käytössä asiakkailta, joilla on vielä perinteinen kWh-mittari. Etäluettavien mittareiden myötä nämä kuormitusmallit poistuvat vähitellen käytöstä. Mittareilta saatavat todelliset vuosikulutukset ja reaaliaikaiset tuntitiedot helpottavat niin tuotannon suunnittelussa kuin tehotasapainon ylläpidossa.



Kuva 2. Sähkönkäyttäjäryhmien jaottelu. (Partanen, ym. 2012, 14.)

3.2.3 Tariffit

Sähkyhtiö perii asiakkaan kuluttamasta sähköstä tiettyä hintaa, jota kutsutaan sähkötariffiksi. Sähkötariffi koostuu useimmiten seuraavista komponenteista: kiinteästä perusmaksusta (euroa/v) ja sähkönkulutusmaksusta (senttiä/kWh). Tariffien pitää olla syrjimättömiä ja tasapuolisia kaikille verkonkäyttäjille. Sen sijaan erityyppisten tai -kokoisten sähkönkäyttäjien välillä siirtotariffeissa voi olla eroja. Tariffeilla pyritään kattamaan sähkönsiirron, -myynnin ja -tuotannon kustannukset. Sähkömarkkinoilla tariffit jaetaan kahteen ryhmään, siirto- ja myyntitariffeihin. Jakeluverkkoyhtiö perii sähkönsiirrosta siirtotariffin ja sähkönmyyjä myyntitariffin. (Energiamarkkinavirasto 2010, 5.)

Myyntitariffi

Sähkönmyynnissä käytetyt tariffit voidaan jakaa kolmeen osaan: yleissähkö, aika- ja kausisähkö sekä tehotariffi. Yleissähkö soveltuu pienasiakkaalle, jolloin kulutus tapahtuu päiväsaikaan. Perusmaksu yleissähköllä on pieni ja se on hinnoiteltu kulutuspainotteiseksi. Tällä pyritään ohjaamaan suurkäyttäjät kausi- ja tehotuotteisiin.

Aika- ja kausisähkö soveltuu esimerkiksi sähkölämmittäjille, joilla on varaava tai osittainvaraava sähkölämmitys. Tuotteen tarkoitus on ohjata asiakkaan sähkönkäyttöä, yöaikaan tapahtuvaksi, jolloin sähkönkulutus on vähäistä ja hinta halvempaa. Kausisähköt tuotteessa aika- ja kustannusmalli jakautuu talvipäivään ja muuhun aikaan. Talvipäivän aikana sähkönhinta on kallista ja kulutus korkea, joten tuotteen tarkoitus on vähentää kulutushuippujen aikaa tapahtuvaa kulutusta. Aika- ja kausisähkön hinnoittelussa on painotettu perusmaksua.

Tehotariffien hinnoittelu on teho- ja perusmaksupohjaista. Tehohuipulle on portaittain kasvava tehomaksu. Hinnoitteluperiaate takaa halvan sähkönhinnan. Tehotariffituote soveltuu parhaiten suurkuluttajille.

Siirtotariffi

Kemin Energialla sähkönsiirrossa käytetään samoja tariffeja kuin myynnissäkin. Muilla verkko- ja myyntiyhtiöillä voi olla erilaisia yhtiökohtaisia tariffeja käytössä, joita ei esitetä tässä työssä. Siirtomaksuilla katetaan sähköverkkojen ylläpito ja uudet investoinnit. Yleissähkötariffin hinta muodostuu sulakekoon mukaan tulevasta kiinteästä maksusta ja sähköenergian siirtoon verrannollisesta siirtomaksusta. Aika- ja kausisähkötariffeissa siirtohinnoittelu on samanlainen kuin yleissähkössä, mutta sähköenergian siirtohintaa voi olla pienempi. Tämä johtuu siitä, että siirtotehojen vaihtelu vähentää verkostokustannuksia. Tehotariffin siirtohintaa muodostuu samoista komponenteista kuin myyntitariffikin. Lisäksi siirtohintaan vaikuttaa loistehon tuotto ja kulutus.

4 VAATIMUKSET TUNTIMITTAUSLAITTEISTOLLE

Tuntimittauslaitteisto käsittää laitteiston tai laitteistojen yhdistelmän. Laitteisto mittaa ja tallentaa muistiin sähkön kulutuksen tai verkkoon syötön tunneittain ja tieto mittarilta pystytään lukemaan viestintäverkon välityksellä.

Asetus määrittää tuntimittauslaitteiston ja verkonhaltijan mittaustietoa käsittelevälle tietojärjestelmälle vähintään seuraavat vaatimukset:

- Mittauslaitteiston mittaama tieto pitää pystyä lukemaan laitteiston muistista tiedonsiirtoverkon kautta (etäluentaominaisuus).
- Laitteiston pitää rekisteröidä yli kolmen minuutin jännitteettömyyden alkamis- ja päättymisajankohdat.
- Laitteiston pitää pystyä vastaanottamaan kuormanohjauskäskyjä tietoverkon välityksellä. Lisäksi laitteistossa pitää olla ainakin yksi kuormanohjaukseen tarkoitettu ohjauslaite, jota ei saa ottaa muuhun käyttöön.
- Mittaustieto ja jännitteettömyystieto pitää tallentaa verkonhaltijan mittaustietojärjestelmään. Tuntikohtainen mittaustieto pitää säilyttää kuusi vuotta ja jännitteettömyystieto kaksi vuotta.
- Tietojärjestelmän tietosuojia pitää olla oikealla tavalla varmistettu.
- Verkonhaltijan pitää tarjota asiakkaalle käyttöön erillinen tuntimittauslaitteisto sitä pyydettyä. Laitteessa pitää olla standardoitu liitäntä reaaliaikaista sähkönkulutuksen mittausta varten. (Valtioneuvoston asetus sähköntoimituksen selvityksestä ja mittauksesta 66/2009 6§, Hakupäivä 22.4.2013.)

4.1 Energiamarkkinaviraston linjaus tuntimittauslaitteistosta

EMV:n linjauksen mukaan tuntimittauslaitteistolla katsotaan tarkoitettavan seuraavaa:

- Kohteessa on mittalaite, joka pystyy tunneittaiseen mittaukseen (tuntimittari).
- Mittarilla on tiedonsiirtoyhteys, jolla tuntitiedot voidaan siirtää päivittäin.
- Luentajärjestelmän pitää kyetä lukemaan tuntitiedot tarvittaessa päivittäin kaikista tuntimittarilla varustetuista kohteista. (Valtioneuvoston asetus

sähköntoimituksen selvityksestä ja mittauksesta 66/2009 6§, Hakupäivä 22.4.2013.)

Luentajärjestelmän osalta ei riitä, että se pystyy esim. yli 3 x 63 A kohteiden lisäksi lukemaan joitain pienempiäkin kohteita, vaanluentajärjestelmä pitää pystyä lukemaan kaikki tuntimittarilla varustetut kohteet. Määritelmään tuntimittauslaitteistosta ei ole sisällytetty mittaustiedonhallintajärjestelmän valmiutta mittaustietojen hallintaan. (Rissanen, Mustaparta, Pirttimäki, Roiha, Ruottinen, Seppälä, Sievi, Heinimäki & Lehtomäki 2010, 13.)

4.2 Mittaustiedon säilytysaika

Mittausasetus määrää, että tuntikohtaisia tietoja (tuntitehoja ja/tai tuntilukemia) tulee säilyttää vähintään kuusi vuotta. Mikäli säilytetään ainoastaan tuntitehotiedot, niin suositellaan käytössä olevien kumulatiivisten lukemien säilyttämistä ainakin mittaustietojen tarkastusten ajan. Kirjanpitolaki määrää laskutustiedoille kuuden vuoden säilytysajan. (Valtioneuvoston asetus sähköntoimituksen selvityksestä ja mittauksesta 66/2009 6§, Hakupäivä 22.4.2013.)

Tunti- ja laskutustietojen säilytysajan pituus johtuu siitä, että sopimusehdoissa sopijapuolet ovat oikeutettuja vaatimaan laskutus-, mittaus- ja mittarilukuvirheisiin perustuvia saataviaan kolmen vuoden ajalta. Kuluttajalla on sen sijaan oikeus vaatia virheiden korvausta maksimissaan 10 vuoden ajalta, jos virheen syntymisajankohta ja vaikutus laskutukseen pystytään toteamaan jälkikäteen. (Rissanen ym. 2010, 31.)

4.3 Tarkkuusvaatimukset ja toimintarajat

Euroopan unionin laatimassa mittauslaitedirektiivin liitteessä MI-003 on laadittu asuin-ympäristössä, liiketiloissa ja pienteollisuudessa käytettävien sähköenergiamittareiden tarkkuusvaatimukset. Tarkkuusvaatimukset on luokiteltu kolmeen luokkaan (mittariluokat A, B, C) (taulukko 1). Tarkkuusvaatimukset koskevat pätöenergian mittausta ja vain sähköenergiamittareita, ei mittamuuntajia. Direktiivin mittarivaatimuksia käsitellään tarkemmin standardeissa EN 50470-1, EN 50470-2 ja EN 50470-3. (Rissanen ym. 2010, 15.)

Taulukko 1. Tarkkuusvaatimuksen suurimmat sallitut virheet eri virta-alueilla. (Rissanen ym. 2010, 15.)

	Toimintalämpötila-alue			Toimintalämpötila-alue			Toimintalämpötila-alue			Toimintalämpötila-alue		
	+ 5 °C ... + 30 °C			- 10 °C ... + 5 °C tai + 30 °C ... + 40 °C			- 25 °C ... - 10 °C tai + 40 °C ... + 55 °C			- 40 °C ... - 25 °C tai + 55 °C ... + 70 °C		
Mittariluokka	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Yksivaihemittari; Monivaihemittari symmetrisellä kuormalla												
$I_{\min} \leq I < I_{tr}$	3,5	2	1	5	2,5	1,3	7	3,5	1,7	9	4	2
$I_{tr} \leq I \leq I_{\max}$	3,5	2	0,7	4,5	2,5	1	7	3,5	1,3	9	4	1,5
Yksivaihekuormalla käytettävä monivaihemittari												
$I_{tr} \leq I \leq I_{\max}$, katso jäljempänä määritelty poikkeus	4	2,5	1	5	3	1,3	7	4	1,7	9	4,5	2
Käytettäessä sähkömekaanisia monivaihemittareita yksivaihekuormalla virta-alue rajataan välille $5I_e \leq I \leq I_{\max}$												

Mittarin toimiessa eri lämpötila-alueilla sovelletaan aluetta vastaavia suurimpia sallittuja virheitä.

I = mittarin läpi kulkeva virta

I_{\min} = virta-arvo, jonka ylittyessä virhe pysyy suurimmissa sallituissa virherajoissa (monivaihemittarit symmetrisellä kuormalla)

I_{tr} = virta-arvo, jonka ylittyessä virhe pysyy mittarin indeksiluokan vastaavien pienimpien virherajojen sisällä

I_{\max} = suurin virta-arvo, jonka ylittyessä virhe pysyy suurimmissa sallituissa virherajoissa

U = syöttö jännite

U_n = määritelty viitejännite

f = taajuus

f_n = määritelty viitetaajuus

$\cos \varphi$ = tehokerroin. (Rissanen ym. 2010, 15.)

Taulukon määrittelemät tarkkuusvaatimukset ovat voimassa jännitealueella $0,9xU_n \leq U \leq 1,1xU_n$ ja taajuusalueella $0,98xf_n \leq f \leq 1,01xf_n$ sekä tehokertoimen tulee olla välillä $\cos \varphi = 0,5$ induktiivinen tai $\cos \varphi = 0,8$ kapasitiivinen. Käyttöjännitteen ollessa nimellisen jännitteen alapuolella ei mittarin virhe saa ylittää +10 %. (Rissanen ym. 2010, 16.)

Tarkkuusluokkasuositukset on pysyville mittauskytkennöille, huoltotilanteissa tai vastaavissa voidaan käyttää epätarkempaa mittausta. Luokan A mittarit on tarkoitettu asuinympäristössä käytettäväksi. Erityistarkoituksissa direktiivi antaa jäsenvaltiolle oikeuden vaatia luokan B mittareita käyttöä asuinympäristössä. Luokan B mittareita suositellaan käytettäväksi ulkona ja kylmässä. Luokan B mittarit on pääosin tarkoitettu käytettäväksi liiketiloissa sekä kevyen teollisuuden tiloissa. Erityistarkoituksissa jäsenvaltio voi vaatia luokan C mittareiden käyttöä näissä tiloissa. (Rissanen ym. 2010, 16.)

Standardien IEC 62052–11 ja IEC 62053–21 (mittariluokat 1 ja 2) antamat vaatimukset mittareille on tiukemmat näissä kohteissa, johon verkonhaltijoiden kannattaa kiinnittää huomiota. Verkonhaltija voi hankkia tarkempia mittareita mittauksen luotettavuuden varmistamiseksi, kuin direktiivissä on esitetty. Standardi SFS-EN 62053–22 määrää edelleen suurkohteissa käytettävien pätötehomittauksien (luokat 0,2S ja 0,5S) vaatimukset. Loistehomittauksille puolestaan tarkkuusvaatimukset määrää standardi EN 62053–23. Suorassa ja epäsuorassa mittauksessa käytettävien mittareiden loistehomittauksen tarkkuus tulee olla tarkkuusluokkaa 2, joka on standardissa määritelty. (Rissanen ym. 2010, 16.)

5 SÄHKÖENERGIAN MITTAUS

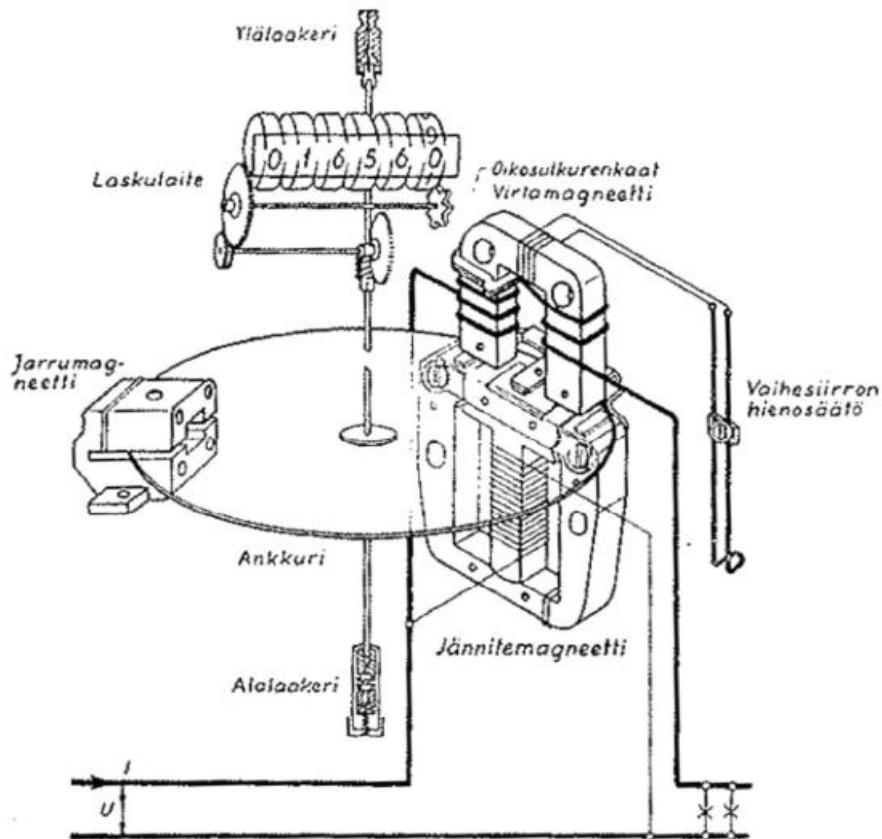
5.1 Energianmittauksen mittalaitteet

Vanhat, vielä osalla asiakkaista olevat dynaamiset ja staattiset mittarit, korvataan uusilla älykkäillä etäluettavilla mittareilla. Mittalaitelaki velvoittaa, että mittarit pitää vaihtaa vuoden 2013 loppuun mennessä.

5.1.1 Induktiomittari

Induktiomittareita on perinteisesti käytetty sähkönmittaamiseen. Myöhemmin induktiomittarit korvattiin staattisilla mittareilla. Induktiomittareita on vielä kuitenkin paljon käytössä kohteissa joissa ei ole tuntiseurantaa, vaan kulutus perustuu kuormituskäyriin esim. kerrostalot.

Induktiomittarilla voidaan mitata yksi- tai kolmivaiheista pätöenergian kulutusta. Induktioperiaatteella toimiva mittari koostuu mm. ankkurista, virta- ja jännitemagneetista sekä laskurista (kuva 3). Induktiomittarin toiminta perustuu mittarin jännite- ja virtakäämeissä kulkevaan virtaan. Käämeissä kulkeva virta aiheuttaa magnetomotorisen voiman, joka saa alumiinikiekon pyörimään moottorin tavoin. Kiekon pyörimisnopeus on suoraan verrannollinen jännitteeseen ja virtaan.



Kuva 3. Induktiomittarin periaatteellinen rakenne. (Lindeman & Sahinoja 2000, 96.)

Kolmivaiheisen induktiomittarin toiminta periaate on sama kuin yksivaiheisenkin. Koneistoja kolmivaihemittarissa voi olla kaksi tai kolme. Energiankulutus on koneistojen vääntövoimien summa. Kaksikoneistaisen mittarin kuormassa ei saa olla nollajohdinta. Kolmikoneistaisen mittarin kuormassa saa olla nollajohdin. Periaatteessa kaikki käytyt induktiomittarit ovat kolmikoneistoisia. (Lindeman ym. 2000, 96.) Induktiomittareita voi olla yhdellä tai kahdella laskulaiteella. Kahdella laskurilla varustettu mittari on ns. kaksoistariffimittari.

Kaksoistariffimittareilla mitataan kahta eri sähkötariffin kulutusta. Tällainen kohde voi olla esim. omakotitalo, jossa käytetään päivä- ja yö sähkötariffia. Kellokoneisto kytkee laskurin aamulla kalliimmalle päivä sähkölle ja illalla halvemmalle yö sähkölle. Rakenteeltaan mittarit ovat kaksi- tai kolmikoneistoisia. Kytkeä sähköverkkoon tapahtuu suoraan tai muuntajien välityksellä. Induktiomittareilla voidaan mitata myös tehotariffilla olevia tuotteita.

Sähköenergian kulutuksen mittauksen lisäksi tehotariffimittarissa on elektroninen huipulaite, joka rekisteröi keskitehon määrättyinä ajanjaksoina. Suurin keskiteho lukema

jää muistiin ja se luetaan huipputehona. Mittarit ovat valmistettu päätötehon tai loistehon mittaukseen. Tehotariffimittausta käytetään yleensä sähkön suurkuluttajien mittaukseen.

Kemin Energia Oy:llä käytössä olleita induktiomittareita:

- 1-aika 1-vaihemittari
- 2-aika 3-vaihemittari
- 1-aika 3-vaihemittari
- 2-aika 3-vaihemittari
- virtamuuntajaliitäntäinen mittari.

5.1.2 Staattinen mittari

Staattisten mittareiden sähköenergianmittaus ei perustu mekaaniseen voimaan tai liikkeeseen. Mittaus suoritetaan kokonaan elektronisesti. Jännite ja virta mitataan erillisillä mittauspiireillä, niiden kerronta suoritetaan puolijohdepiirissä. Puolijohdepiiri antaa tehoon verrannollisen pulssitaajuuden. Pulssit johdetaan askelmoottorille, joka käyttää laskulaitetta. Laskulaite voi olla mekaaninen tai digitaalinen. (Lindeman ym. 2000, 103.)

Staattisia mittareita käytetään lähinnä tarkkuusmittareina sekä energian suurkäyttäjien mittareina (tehotariffi). Mittareita kuitenkin löytyy myös mm. seuraavia tyyppejä:

- 1-aika 1-vaihemittari
- 2-aika 3-vaihemittari
- luokan 1/2 kombi- kWh/kvarh –mittarit (kWh mittaus luokka 1 ja kvarh luokka 2)
- luokan 1 ja 0,5S tehotariffimittarit. (Lindeman ym. 2000, 103.)

5.1.3 Etäluettava mittari

Sähköenergianmittauksen siirtyessä reaaliaikaiseen kulutukseen ja etäluentajärjestelmiin vaaditaan mittalaitteistolta yhä enemmän ominaisuuksia. Laskentatehotekniikan ja muistin halpenemisen myötä mittareiden mahdollisuudet tiedon varastointiin ja prosessointiin ovat parantuneet. Mittarin tärkein ominaisuus on sähköön reaaliaikaisen kulutuksen rekisteröinti. Mahdollisuus on myös sähköntuotannon rekisteröintiin. (Kärkkäinen, Koponen, Martikainen & Pihala 2006, 34.)

Energianmittaus älymittarilla tapahtuu virta- ja jännitepiireissä ja A/D muuntimilla, jotka muuttavat tiedon analogisesta digitaaliseen muotoon. Yleensä mittari sisältää kaksi prosessoria toimintojen ylläpitoon. Yksi prosessoreista on perustoimintoja varten, kuten tehojen ja tehollisarvojen laskenta. Toista tai useampia prosessoreja käytetään tietojen käsittelyyn, hallintaan ja tietoliikenteeseen. Laite sisältää myös muistia, jota käytetään mittaus- ja ohjelmistotietojen tallentamiseen. Etätiedonsiirtoa varten laitteessa on sisäänrakennettu modeemi tai liitäntä tiedonsiirtoväylään. Laite voi myös sisältää ohjelmallisesti ohjattavan pääkytkimen eli laite on etäkatkaistava. (Kärkkäinen ym. 2006, 35.)

Jännitteen syötön keskeytys ei saa pyyhkiä mittaustietoja laitteiston muistista, sekä mittarin pitää pystyä jatkamaan keskeytyksen jälkeen normaalia toimintaansa. Tästä johtuen käytetäänkin sellaisia muistipiirejä, jotka säilyttävät tietonsa syötön keskeytyksissä. Mikäli mittaria halutaan käyttää keskeytys tietojen keruuseen, tulee laitteessa olla sähkövarasto esim. akku. Mittaria voidaan näin ollen käyttää vikojen paikannuksessa, sekä sähköverkon laadun tarkkailuun. (Kärkkäinen ym. 2006, 35.)

5.1.4 Suora ja epäsuora mittaus

Suorassa mittauksessa asiakkaan pääsulakkeet ovat ≤ 63 A, tällöin kulutettu energia menee suoraan kWh-mittarin läpi. Mittaus voi olla joko yksi- tai kaksiaikainen. Kaksiaikaiseen mittaukseen tarvitaan mittarin lisäksi tariffin ohjauslaite.

Epäsuorassa mittauksessa asiakkaan pääsulakkeet ovat yli 63 A eli asiakkaalla on tuotteenä tehotariffi, tällöin käytetään virtamuuntajia. Lisäksi jännitepiiri tulee suojata 10 A

sulakkeilla. Mittauksen kytkennässä on käytettävä riviliittimiä, jotka pitää pystyä katkaisemaan sekä olla rinnankytkettävissä toiselta puolelta (SFS 3381, 4). Standardissa SFS 3381 on annettu tarkkuusluokat käytetyille mittareille ja mittamuuntajille (taulukko 2).

Epäsuorassa mittauksessa kulutettu sähköenergia mitataan muuntamalla muuntajalla ensiövirta toisiovirraksi, joka tuodaan kWh-mittarille, mittarille kytketään myös jännitteet kolmivaiheisena ja ne suojataan 10A sulakkeilla. Mittarin mittaama energia muutetaan ennen laskutusta muuntajan muuntosuhteella saadulla kertoimella oikeaksi. Kerroin on esim. $200 / 5$ A tyyppisellä muuntajalla 40. Kerrointa voidaan muuttaa viemällä johdot useamman kerran muuntajan läpi. Johdin kierretään muuntajan keskellä olevan aukon läpi (reikävirtamuuntaja) esim. kaksi kertaa, jolloin $200/5$ muuntajan muuntosuhde muuttuu $100/5$. Reikävirtamuuntajalla ei ole ensiökäämiä, joten reiän läpi vietävä johdin toimii ensiökääminä, mitä useammin johtimen kiertää muuntajan läpi sitä pienempi on muuntosuhde. Yleisimmin käytössä olevien mittareiden kytkentäkaaviot on, standardin SFS 2537 mukaisia (Liite 2).

Taulukko 2. Mittareiden ja mittamuuntajien tarkkuusluokat, sekä sallitut jännitehäviöt. (SFS 3381, 4).

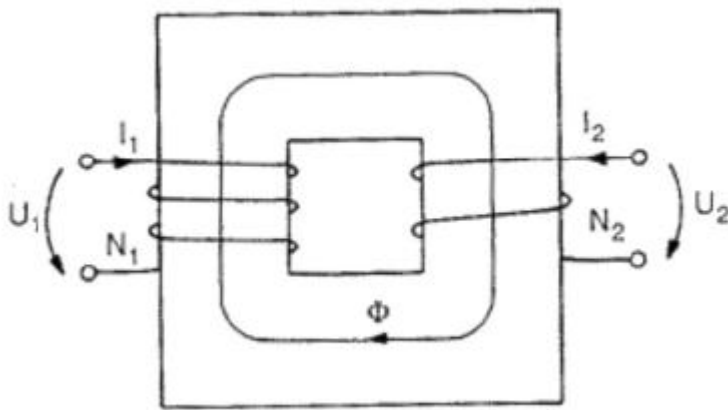
Mittausryhmä	Mittaustapa ja tehorajat ¹⁾	U_N	Pätömittari	Virtamuuntaja	Jännitemuuntaja	Jännitealenema	Pulssimäärä ²⁾
1	Suora mittaus	< 1 kV	2	–	–	$\leq 0,2 \%$	≥ 200
2	Virtamuuntajamittaus	< 1 kV	1	0.2S	–	$\leq 0,2 \%$	≥ 500
3	Tehoraja < 2 MW	≥ 1 kV	1	0.2S	0.2	$\leq 0,2 \%$	≥ 500
4	Tehoraja 2-10 MW	≥ 1 kV	0.5S	0.2S	0.2	$\leq 0,1 \%$	≥ 1000
5	Tehoraja > 10 MW	≥ 1 kV	0.2S	0.2S	0.2	$\leq 0,05 \%$	≥ 2000
¹⁾ Tehoraja on mittauspisteen mitoitusteho, joka voidaan myös laskea mittamuuntajien nimellisarvoista (jännite ja virta) olettaen, että mittamuuntajat on valittu oikein.							
²⁾ Pulssimäärä nimelliskuormalla yhden tunnin aikana.							

5.2 Mittamuuntajat

Mittareiden ja releiden valmistus on teknisesti vaikeaa ja kallista suurille virroille ja jännitteille. Mittamuuntajat mahdollistavat mittareiden ja releiden käytön suurilla jännitteillä ja virroilla. Niitä käytetään sekä mittaus- että suojaustarkoituksiin. Muuntajat jaotellaan kahteen päätyyppiin: virta- ja jännitemuuntajiin. Muuntajat erottavat mittauspiirin päävirtapiiristä ja muuntavat virran ja jännitteen laitteille sopivaan arvoon. Mitta-alueen laajennuksen myötä mitta- ja suojalaitteiden standardointi tiettyihin nimellisar-

voihin on mahdollista. Lisäksi ne suojaavat laitteita ylikuormitukselta ja pienentävä laitteiden valmistuskustannuksia. (Wallin 2001, 47 – 48.)

Muuntajan rakenne koostuu rautasydäimestä, sekä ensiö- ja toisiokäämityksestä (kuva 4). Rautasydäimen energian siirto ensiön ja toisioin välillä perustuu magneettivuon muutokseen. Ensiökäämi kytketään mitattavaan kohteeseen ja toisiokäämi mittariin tai releeseen. (Wallin 2001, 48.)



Kuva 4. Muuntajan periaatteellinen rakenne. (Wallin 2001, 48.)

5.2.1 Jännitemuuntajat

Mittauksissa käytettävät jännitemuuntajat muuntavat suuren ensiöjännitteen pienemmäksi toisiojännitteeksi. Tämä mahdollistaa mittauksen suurjännite piireistä. Ensiön johdinkierrosluku on suuri ja toisioin pieni. Jännitemuuntajia käytetään suurjännitemittauksissa ja -suojauksissa. Muuntajan muuntosuhde saadaan laskettua kaavasta 1. (Wallin 2001, 55.)

$$\mu_n = N_1 / N_2 \quad (1)$$

missä,

μ_n = nimellismuuntosuhde

N_1 = ensiökäämin kierrosluku

N_2 = toisiökäämin kierrosluku.

Jännitemuuntajan toisiokäämiä voidaan käyttää mittaukseen ja suojaukseen. Käämin ollessa kytkettynä avokolmioon sitä käytetään maasulkusuojaukseen. Erityyppisille käämeille on annettu tarkkuusluokat, jotka määräytyvät jännite- ja kulmavirheiden mukaan (taulukko 3). Tarkkuusluokat ovat voimassa seuraavilla alueilla: jännite $U_1 = 80\% - 120\%$ nimellisjännitteestä, näennäisteho $S = 25\% - 100\%$ nimellinäennäistehosta ja tehokerroin $\cos \varphi = 0,8$ (ind). Avo- ja suojaukäämeille on omat tarkkuusluokkansa. Jännitemuuntajan toisio varustetaan sulakkeilla, eli toisiota ei saa koskaan oikosulkea. Oikosulkeutuessaan toisio virta kasvaa hyvin suureksi ja se tuhoaa toisiokäämin. (Wallin 2001, 56 - 58.)

Taulukko 3. Mittauskäämin tarkkuusluokat.

Tarkkuusluokka	Jännitevirhe	Kulmavirhe
0,1	0,1 %	5
0,2	0,2 %	10
0,5	0,5 %	20
1	1,0 %	40
3	3,0 %	-

Ominaisuuksista tärkeimmät ovat nimellistoisiojännite ja nimellistaakka. Toisiojännite on, yleensä 100 V. Nimellistaakka ilmoitetaan näennäistehona ja sen standardiarvot on välillä 10 – 500 VA. Muille laitteille aiheuttamat taakat ovat 1 – 20 VA, mutta erikoistapauksissa myös 200 – 400 VA. Muuntosuhde merkitään mittaus käytössä esim. 20000/100 V. (Wallin 2001, 58 - 59.)

5.2.2 Virtamuuntajat

Virtamuuntajan tehtävä on ensiövirran muuntaminen pienemmäksi toisiovirraksi. Näin ollen virtamuuntajan ensiökäämin kierrosluku on pieni ja toisiokäämin suuri. Virtamuuntajien toisioon kytketään pieni-impedanssisia virtamittareita ja releiden virtakäämejä eli toisio on lähes oikosuljettu. Toisiojännite on siis vain muutamien volttien suuruinen. Ensiökäämiä merkitään P:llä (primary) ja toisiokäämiä S:llä (secondary). Virtamuuntajan nimellismuuntosuhde saadaan kaavasta 2. (Wallin 2001, 51.)

$$\mu_n = N_2 / N_1 \quad (2)$$

missä,

μ_n = nimellismuuntosuhde

N_1 = ensiökäämin kierrosluku

N_2 = toisiokäämin kierrosluku.

Virtamuuntajan toisiota ei saa koskaan jättää avoimeksi. Poistettaessa mittari virtamuuntajan toisista esim. mittarin vaihtotyön aikana, tulee toisio oikosulkea. Toisiopii-
rin jäädessä oikosulkematta ensiövirta magnetoi koko rautasydäntä, joka kyllästyy nopeasti. Suuri magneettivuo kasvattaa rautahäviöitä, joka aiheuttaa muuntajan kuumenemisen ja tuhoutumisen. Lisäksi magneettivuo indusoi toisioon suuren jopa kilovolttien luokkaa olevan jännitteen. Edellä mainituista syistä johtuen toisiota ei saa varustaa sulakkeilla tai kytkimillä.

Muuntajasydän valitaan käyttötarkoituksen mukaan. Mittaussydämen kyllästymisen tulee rajoittaa toisiovirtaa, oikosulkuilanteessa, kun ensiövirta on suuri. Suojauksikäytössä sydän ei saa kyllästyä, vaan sen pitää toistaa ensiövirta mahdollisimman hyvin. Tällä taataan suojalaitteiden toiminta. (Wallin 2001, 53.)

Ominaisuuksista tärkeimmät ovat nimellistoisiovirta ja nimellistaakka. Toision nimellisivirta on, yleensä 5 A. Nimellistaakka tarkoittaa suurinta impedanssia, jolla muuntajaa voidaan kuormittaa tietyssä tarkkuusluokassa. Nimellistaakan standardiarvoja ovat 2,5 – 60 VA. Mittaustarkkuus määrää muuntajan kuormituksen, jonka tulee olla 25 – 100 % nimellistaakasta. Laitteiden aiheuttamat taakat virtamuuntajalle ovat 1 – 20 VA. (Wallin 2001, 53.) Nimellistaakka saadaan laskettu kaavalla 3. Kuormitusimpedanssi Z_{2n} määrää tarkkuusluokassa käytettävän virtamuuntajan suurimman kuormituksen eli taakan.

$$S_n = (I_{sn})^2 \times Z_{2n} \quad (3)$$

missä,

S_n = nimellistaakka

I_{sn} = mitoitus- ja toisiovirta

Z_{2n} = suurin kuormitusimpedanssi

Pieni kuormitus virtamuuntajalle aiheutuu aina johtimista ja mittarista, joka on luokkaa (0,25...1 VA). Virtamuuntaja mittaa kuorman, joka on (0,25...1 VA) kertaa nimellis-kuormitus. Pienin mahdollinen taakka voi olla $0,25 \times 2,5 \text{ VA} = 0,625 \text{ VA}$. Mitoituksessa voidaan käyttää apuna taulukon arvoja (taulukko 4).

Taulukko 4. Virtamuuntajien mitoitus. (Heiska 2006, 32.)

Mittauksen etusulake	Muunto-suhde-vaihtoehdot	Ensiö-lävis-tykset	Kytetty muunto-suhde	Virtamuuntajan nimel-listaakka S_n , kun virtamuuntajien ja mittarin välinen etäisyys on $<3\text{m}$ ¹⁾	Tarkkuus-luokka
A	A/A		A/A	VA	
3x63 ²⁾ tai 3x80	75/5 150/5 300/5	1 2 4	75/5 75/5 75/5	5	0.2S
3x100	100/5 200/5 300/5	1 2 3	100/5 100/5 100/5	5	0.2S
3x125	125/5 250/5	1 2	125/5 125/5	5	0.2S
3x160	150/5 300/5	1 2	150/5 150/5	5	0.2S
3x200	200/5 400/5	1 2	200/5 200/5	5	0.2S
3x250	250/5	1	250/5	5	0.2S
3x320	300/5	1	300/5	5	0.2S
3x400	400/5	1	400/5	5	0.2S
3x480	500/5	1	500/5	5	0.2S
3x600	600/5	1	600/5	5	0.2S

1) Etäisyyden ollessa yli 3 m, mitoitus selvitetään tapauskohtaisesti

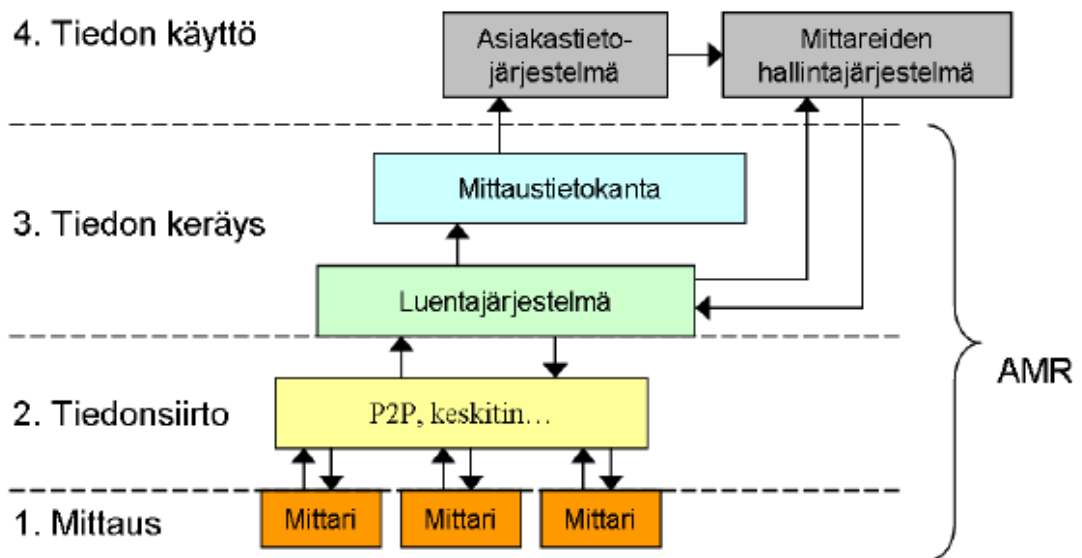
2) Keskukseen nimellisvirta on suurempi kuin 63A

Käytettäessä kyseistä taulukkoa mitoituksessa, tulee ottaa huomioon, että mitoitus on laskettu kyseisille etusulakkeille. Virtamuuntajan mittaaman virran tulee olla alueella 0,2...1,2 kertaa muuntosuhteen ensiövirta.

5.3 Etäluentajärjestelmä

Etäluentajärjestelmällä (AMR) pystytään lukemaan mittareiden kulutustiedot lähes reaaliajassa. Mittareiden tieto tuodaan verkonhaltijan järjestelmään eri tiedonsiirto menetelmiä käyttäen. Etäluentajärjestelmä muodostuu luentajärjestelmästä esim. AIM, mittaustietokannasta, mittareista, keskittimistä ja tiedonsiirtoyhteyksistä (kuva 5). Luenta

toteutetaan automaattisesti. Järjestelmä antaa lukupyynnön keskittimelle, joka lukee mittarit. Keskitin välittää saamansa tiedot järjestelmään. Mittarit voivat myös lähettää suoraan keräämän tietonsa luentajärjestelmään. Lisäksi järjestelmällä voidaan tehdä ohjauksia mittareille, kuten tariffin vaihto tai laitteen kytkentä ja katkaisu. (Harjula 2008, 14; Heiska 2006, 42.) Tariffin ohjaus ei ole käytössä Kemin Energia Oy:llä. Mittareihin on sisäisesti ohjelmoitu kello, joka vaihtaa tariffia aika- ja kausisähköasiakkaila. Tällä järjestelmällä korvataan perinteinen manuaalinen mittareidenluku.



Kuva 5. Etäluentajärjestelmän periaatekaavio. (Piispanen 2010, 6.)

Luentajärjestelmälle ja sen tiedonsiirrolle on annettu EMV:n suosituksessa tiettyjä vaatimuksia. Tiedonsiirtoyhteyden tulee toimia kaksisuuntaisena ja sillä täytyy saada yhteys mittariin ympäri vuorokauden. Tällä edellytyksellä verkkoyhtiö saa luettua mittalaitteen tiedot haluttuna ajanhetkenä. Luentajärjestelmän pitää pystyä lukemaan mittarin tiedot automaattisesti ja erillisestä käskystä. Mittari voi lähettää automaattisesti tietoja järjestelmään. Tiedonsiirrossa tapahtuvat virheet pitää pystyä havaitsemaan luentajärjestelmällä. (Rissanen ym. 2010, 26 - 27.)

5.3.1 Tiedonsiirtotekniikat

Kemin Energia Oy:llä on käytössä GSM, GSM/GPRS, LON, DLMS/COSEM-standardi ja PSTN-tiedonsiirtotekniikat. Näistä tekniikoista GSM ja PSTN ovat poistumassa van-

hentuneina muutaman vuoden sisällä. PSTN-tiedonsiirto on käytössä MT- yksiköissä (mittauspääte), näitä kohteita vaihdetaan, kun mittari vikaantuu tai asiakas irtisanoo puhelinsopimuksensa. MT-yksikkö on mittauspääte, joka asennetaan pulssia antavan mittarin kanssa yhteen. Mittauspääte välittää tiedot etäluennan kautta järjestelmään. Ennen kaukoluennan yleistymistä mittarit käytiin lukemassa kerran vuodessa paikanpäällä, joko sähköyhtiön toimesta tai asiakas ilmoitti lukeman.

Echelon -nimisen yrityksen kehittämä LonWorks-verkkotekniikka on suurin etäluettavien mittareiden tiedonsiirrossa käytettävä verkkotekniikan ratkaisu. Verkonlyhenteenä käytetään LON-lyhennettä. Teknologia kehitettiin aluksi rakennusautomaation käyttöön. Nykyään LON-tiedonsiirto on otettu käyttöön useissa teollisuuden sovelluksissa esimerkiksi sähköjakelussa. Siirtoprotokolla tunnetaan nimellä LonTalk. Teknologian käyttämät tiedonsiirtotavat ovat yleisimmät parikaapeli ja sähköverkko, mutta käytössä on myös radiotaajuus-, infrapuna-, valokaapeli- ja koaksiaalikaapelitiedonsiirto. Sähköverkon kautta tapahtuvan tiedonsiirron etuna on sen helppo saatavuus, mutta haitta puolelta on häiriöherkkyys. (Karkulainen 2005, 55; Honkanen, Hakupäivä 14.1.2013.) LON-tiedonsiirto tapahtuu sähköverkossa eli on periaatteessa PLC-tiedonsiirtoa.

PLC-tiedonsiirto hyödyntää jo olemassa olevaa sähköverkkoa tiedonsiirrossaan ja on täten suosituin etäluettavien mittareiden luentaan käytetty siirtotekniikka. Tiedonsiirron kantama verkossa on, 500 m. Jakeluverkossa tiedonsiirto perustuu verkkotaajuuden (50 Hz) joukkoon generoidusta korkeataajuisesta signaalista. PLC-tiedonsiirron haittana on sen signaalin vaimeneminen. Vaimenemiseen vaikuttaa mm. liitoskohdat, verkon kuormat ja siirtojohdon ominaisuudet. (Valtonen 2009, 32).

GSM (Global System for Mobile communications) matkapuhelinstandardi, mahdollistaa etäluettavienmittareiden tiedonsiirron matkapuhelinverkon kautta. Luenta voidaan GSM-verkon välityksellä tehdä kolmella tavalla, jotka ovat GSM-data, lyhytsanomapalvelu SMS (Short Message Service) ja pakettikytkentäinen radioyhteys GPRS (General Packet Radio Service). Luenta varten on mittarissa oltava GSM-modeemi tai GPRS:ssä verkkokortti. GSM-luennassa olevat mittarit luetaan pääsääntöisesti yöaikaan, koska tällöin liikennöinti puhelinverkossa on vähäistä. Verkon etuna on jo olemassa oleva verkko. Haittana on yhteyden kestoon perustuva hinnoittelu, sekä tiedonsiirto- ja ope- raattorimaksut. (Karkulainen 2005, 58 - 59.)

GSM-data muodostaa luentajärjestelmän modeemin ja mittarin GSM-modeemin välille point-to-point yhteyden. GPRS-yhteyttä käytettäessä muodostuu yhteys etäluentajärjestelmästä palveluntarjoajan palvelimelle, joka muodostaa yhteyden mittariin. Yhteyden muodostukseen käytetään GSM-verkon infrastruktuuria. GPRS-tiedonsiirto on pakettimuotoista. Tiedonsiirtopalvelu toimii periaatteella avaamisesta sulkemiseen asti auki oleva, joka mahdollistaa hinnoittelun lähetetyn datan mukaan. (Karkulainen 2005, 59.)

PSTN:llä tarkoitetaan puhelinverkon välityksellä tapahtuvaa mittareiden kaukolukua. Luettavassa kohteessa tulee olla modeemilla varustettu kWh-mittari, mittauspäätte tai keskitin. Luenta tapahtuu kahden modeemin välillä, joka vaatii puhelinverkolta PSTN-yhteyden (Public Switched Telephone Network). (Karkulainen 2005, 60.) PSTN-tekniikkaa on käytetty poistuvien MT-yksiköiden lukemiseen.

DLMS/COSEM-standardi on mittarivalmistajien kehittämä standardi, joka mahdollistaa erivalmistajien mittareiden ja luentajärjestelmien yhteensopivuuden. Standardia voidaan käyttää myös muiden kuin sähkömittareiden lukuun. (Landis+Gyr 2009, 78 - 79.)

Etäluentaan voidaan käyttää myös muita tiedonsiirtoyhteyksiä, kuin edellä on esitelty. Valittavissa on mm. radiotekniikka sekä TCP/IP-protokollaa. (Karkulainen 2005, 55 – 60.)

Nykyinen tiedonsiirto toimii 2G ja 3G-verkossa. Laitteet, jotka käyttävät GSM/GPRS-verkkoa on varustettu 3G:tä tukevilla laitteilla. Tulevaisuudessa siirryttäessä 4G-verkkoon, tulee laitteiden yhteyksien kanssa ongelmia jos koko 3G-verkko poistetaan käytöstä.

6 JAKELUVERKON SUOJAUS

Sähkönjakeluverkoissa suojaus toteutetaan suojareleillä ja varokkeilla. Suur- ja keski-jänniteverkoissa verkonsuojaus toteutetaan suojareleillä, jotka ohjaavat katkaisijoita. Releet havahtuvat verkossa ilmentyvistä vikavirroista ja jännitepoikkeamista, jotka ylittävät releen asetteluarvot. Releet antavat ohjauskäskyn katkaisijalle, joka katkaisee syötön automaattisesti. Pienjänniteverkoissa verkonsuojaus toteutetaan, joko varokkeilla tai varokeautomaateilla. Varokkeet toimivat ”palavat” oikosulun aiheuttaman vikavirran vaikutuksesta. Toimineet varokkeet tulee asentajan vaihtaa ja automaattivarokkeet palauttaa kiinni tilaan. Verkonsuojaus tulee olla selektiivistä, jolloin vikaa lähinnä oleva varoke tai toimilaite toimii, jolloin mahdollisimman pieniosa verkosta jää jännitteettömäksi. Lisäksi suojauksen tulee toimia niin nopeasti, että vika ei kerkeä aiheuttaa verkossa vaaraa tai vaurioita.

Jakeluverkossa on käytössä monenlaisia suojareleitä, sähkömekaanisista aina mikroprosessoritekniikkaa hyödyntäviin releisiin. Sähkömekaanisia releitä ei enää valmisteta, mutta niitä on käytössä niiden pitkän iän vuoksi. Elektroniset suojareleet sisältävät puolijohdepiirejä ja niillä pystyy tekemään vaativampia suojaustoimintoja kuin sähkömekaanisilla releillä. Mikroprosessoritekniikkaa hyödyntävien releiden myötä, releet pystyvät suojauksen lisäksi myös erilaisiin mittaus- ja ohjaustoimintoihin. Lisäksi mikroprosessori releet mahdollistavat releiden liittämisen automaatiojärjestelmiin ja katkaisijoiden etäohjauksen ja valvonnan valvontakeskuksista. Releet jaetaan mitattavan suureen perusteella mm. seuraaviin ryhmiin: ylivirtareleet, ali- ja ylijännitereleet ja taajuusreleet. Ylivirtareleitä käytetään ylikuormitus- ja oikosulkusuojana esim. säteittäisten verkkojen oikosulkusuojaukseen, rele katkaisee lähdönsyötön oikosulun aiheuttaman vikavirran havaitessaan. Ylijännitereleitä käytetään maasulkusuojauksessa, rele havaitsee ylijännitteen ja ohjaa katkaisimen auki. Taajuusreleitä käytetään mm. sähköntuotantolaitoksissa valvomaan verkkoon syötetyn jännitteen taajuutta, jos asetellut raja-arvot ylittyvät tai alittuvat rele toimii ja katkaisee sähkönsyötön. (Korpinen 2013, Hakupäivä 24.4.2013.)

Avojohtoverkossa aiheutuvista vioista, suurin osa on ohimeneviä, esim. salaman iskun aiheuttama valokaari, jotka saadaan poistettua releiden jälleenkytkentäautomaatiikalla. Rele ohjaa vian havaittuaan lähdön jännitteettömäksi, releeseen asetellun jännitteettömän väliajan (n. 0,2 – 0,5 s) jälkeen rele ohjaa katkaisijan takasin kiinni, tätä kutsutaan

pikajälleenkytkennäksi. Mikäli vika ei poistu PJK:n aikana, rele ohjaa katkaisimen uudelleen auki, rele odottaa asetellun (0,5 – 3 min.) ajan ja ohjaa katkaisimen kiinni, tätä kutsutaan aikajälleenkytkennäksi. Jos vika on päällä vielä AJK:n jälkeen, rele suorittaa katkaisun eli ohjaa katkaisimen auki, kunnes vika on saatu korjattua. (Korpinen 2013, Hakupäivä 24.4.2013.)

7 LAITTEISTOT

7.1 Mittalaitteet

Kemin Energia Oy käyttää etäluennassa Landis+Gyr:n valmistamia laitteita. Landis+Gyr:n ja Enermet:n toiminnot yhdistettiin 2008. Käytössä on yksi- ja kolmivaihe-mittareita sekä virtamuuntajaliitäntäisiä mittareita, joita käytetään teho asiakkaiden mittauksissa. Järjestelmä sisältää keskittimet, joita käytetään mittareiden tiedon keruuseen ja välittämiseen palvelimelle. Toistimia käytetään vahvistamaan mittareiden lähettämää datasiinaalia. Lisäksi käytössä on katkolaitteet, joilla pystytään katkaisemaan sähkön- syöttö järjestelmän kautta etänä. Käytettävät asuinkiinteistöjen kolmivaihemittarit ovat kaikki samannäköisiä (kuva 6). Laitteiden ohjelmaa ei siis voi päätellä mittarin ulko- näöstä. Laitteiden tarkempi kuvaus on jäljempänä.



Kuva 6. E120LiME-mittari. (Landis+Gyr Enermet 2007b, 5)

7.1.1 Enermet MT40/MT30E

MT40- ja MT30E-mittauspäätteet on ensimmäisiä kaukoluentaan käytettyjä päätteitä. Ensimmäinen MT30 otettiin käyttöön Kemin Energian jakelualueella vuonna 1996. Päätteitä on vielä käytössä jonkin verran, mutta ne tullaan poistamaan käytöstä vähitellen kausivaihtoina tai asiakkaan irtisanoessa puhelinliittymän, jolloin yhteys mittarille katkeaa.

MT40-mittauspääte on tarkoitettu tehopienjännitemittauksiin, sillä voidaan mitata sekä pätö- että loisteho. Pääte kytketään mittariin pulssi- ja tilatulokanavilla. Lisäksi mittari sisältää tariffinohjauksen. Mittarin laskurit kytketään pulssituloilla, jotka kirjaavat tiedot mittausrekistereihin. Mittausrekistereitä päätteessä on kahdeksan ja jokaiselle on 15 taustarekisteriä. Pääte voidaan ohjelmoida mittamaan eri tariffeja ja mittaustietoja esim. keskiteho. Jos käytetään keskitehon mittauksia, mittaa pääte samalla huipputehon. Rekistereiden ohjaukseen käytetään pääteen sisäistä tariffinohjausta. Tapahtumaloki kerää pääteen rekisteröimät häiriöt ja virheet esim. sähkökatkojen pituus. Tilarekistereitä on kolme, joista luetaan esim. releiden tila. Relelähtöjä on kaksi, joita käytetään esim. tariffinohjaukseen. Järjestelmästä pystytään lähettämään ohjauksia releille puhelinverkon välityksellä. (Enermet 97, 1 - 3).

Päätteen ohjelmointiin ja luetaan voidaan käyttää joko tietokonetta tai puhelinverkkoa (PSTN). Ohjelmoinnissa käytetään MTP40-ohjelmaa ja luennassa MTR-ohjelma. Jos pääte luetaan tai ohjelmoidaan paikanpäällä, tehdään se optisen sarjaportin kautta. (Enermet 97, 3).

MT30E-mittauspääte

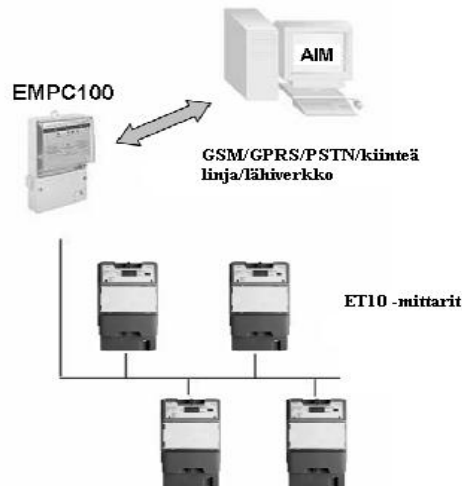
MT30E-mittauspääte on tarkoitettu sekä pien- että keskijännitemittauksiin, sillä voidaan mitata sekä pätö- että loisteho. Mittauspääte liitetään mittariin samoin kuin MT40. Yleisiltä ominaisuuksilta ja tiedonsiirroltaan MT30E- ja MT40-pääte ovat samanlaisia.

Päätteessä on ohjauksiin käytössä neljä relettä, joita voidaan käyttää esim. kompensoinnin ohjaukseen tai erotinohjauksiin. Laitteessa on tariffien mittauksiin 20 rekisteriä, jokaisella kaksi taustarekisteriä. Päätteen tehovalvotun toiminnolla hallitaan tehotariffi asiakkaiden huipputehoa. Tätä toimintoa voidaan käyttää kuormien ohjaukseen tai hälytyksen antoon tehorajan ylittyessä. (Enermet 95, 1, 3).

7.1.2 Landis+Gyr ET10

ET10 päätelaite on tarkoitettu ZCF100AX-mittaria varten. ET10-moduulilla saadaan sähkömittari integroitua AIM -järjestelmään. Moduuli mahdollistaa tietojen luennan

mittarilta järjestelmään sekä mittarin katkaisimen releen ohjauksen. Mittari käyttää tiedonsiirtoon LonTalk siirtoprotokollaa. Mittarin mittaamaa tietoa siirtyy keskittimelle, josta se siirtyy palvelimelle AIM-järjestelmään (kuva 7). (Landis+Gyr Enermet 2007a, 4, 6)



Kuva 7. ET10-mittarit AIM-järjestelmässä. (Landis+Gyr Enermet 2007a, 6)

Mittarit ovat yksivaiheisia ja ne liitetään sähköverkkoon L- ja N-liittimien kautta. Laite sisältää 16 A:n relelähden kuormituksen ohjaukselle. Releen tilatieto saadaan luettua järjestelmällä. Releille on ohjelmoitu valmiiksi erilaisia kytkentä viiveitä. Viiveillä pystytään estämään esim. sähkökatkon jälkeinen kysyntä piikki, kun mittarit eivät kytkeydy heti sähkökatkon jälkeen. Viiveitä pystyy myös ohjelmoimaan järjestelmän kautta.

Mittarin tiedonsiirtomoduuli on varustettu katkaisimen ohjauslähdöllä. Ohjaukseen on kolme vaihtoehtoa (M1, M2 ja M3). M1 -tilassa kytkentä on automaattinen ja M3 -tilassa manuaalinen. M2 -tila on manuaalinen, mutta kytkintä ei voi käyttää virran katkaisemiseen. (Landis+Gyr Enermet 2007a, 10 - 11)

Katkaisinta ohjataan järjestelmän kautta automaattisesti tai manuaalisesti painikkeella. Mittarissa on merkkivalo, joka ilmaisee katkaisimen tilan. Valon palaessa virta on kytketty. Valon vilkkuessa virta on katkaistu ja sen saa kytkettyä painikkeella. Kun virta on katkaistu, valo ei pala. M1-tilassa katkaisija kytkee virran heti AIM-järjestelmästä komennon saatuaan. Lisäksi painiketta voi käyttää pääkytkimenä jolloin yhteys mittariin säilyy. Tässä tilassa virrankatkaisukomento AIM-järjestelmästä katkaisee virran heti, eikä painikkeen painamisella saa kytkettyä virtaa takaisin. M3-tilassa laite on asennetta-

essa valmiustilassa ja mittari saadaan kytkettyä painikkeesta painamalla. Muilta ominaisuuksilta M3-tila toimii samoin kuin M1-tila. M2-tilassa toiminta on samanlainen kuin M3-tilassa, mutta asiakas ei voi katkaista virtaa. (Landis+Gyr Enermet 2007a, 15 - 18)

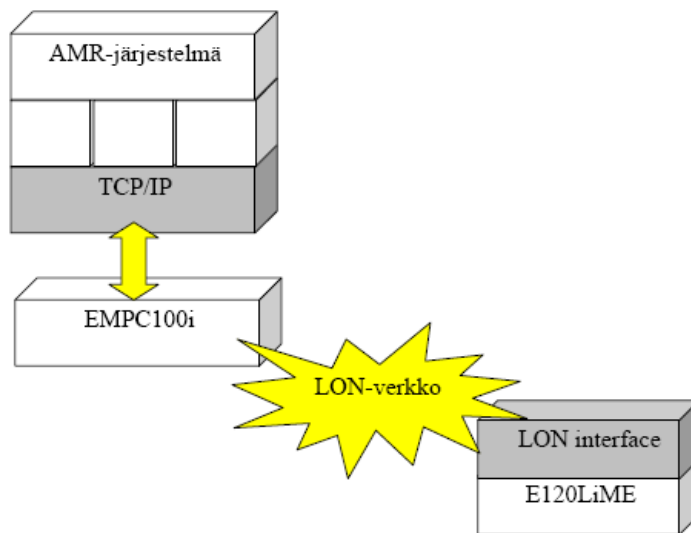
Mittari pystyy rekisteröimään kulutetun ja tuotetun energian eli se on kaksisuuntainen. Molemmat tiedot ovat omalla rekisterillä, kokonaiskulutus näkyy omalla rekisterillä ja se on kulutetun ja tuotetun energian itseisarvojen summa. Tuntikohtainen sarjarekisteri pystyy keräämään 1680 arvoa. Jakson aika voi olla minuuttista yhteen päivään. Hälytys- ja tapahtumaloki kerää tiedot mittarin hälytyksistä ja tapahtumista. Hälytyksiä ja tapahtumia voi olla esim. valvontavirhe, tiedonsiirtovirhe ja katkaisimen painikkeen käyttö. Laatuloki tallentaa virheet sähkön laadussa ja jakelussa. Lokiin kirjautuvat seuraavat virheet: sähkökatko, ylijännite, alijännite 1 ja alijännite 2. Laatulokiin tallentuvat tiedot sisältävät tapahtuma ajan sekä virhekoodin. Sähkökatkoista siirretään järjestelmään niiden määrä ja kesto. (Landis+Gyr Enermet 2007a, 11 - 15)

7.1.3 Landis+Gyr E120LiME/GiME

Kemin Energia Oy on tilannut E120Lime/Gime mittareita kolmella eri ohjelmalla yleis-, aika-, ja kausisähkö. Landis+Gyr ohjelmoi mittarit tehtaalla valmiiksi. Mittareiden ohjelmat ovat siis yhtiökohtaisia. E120LiME on yleisin Kemin Energian jakelualueella käytetty kotitalousmittari. GiME mittareita käytetään alueilla, joilla on vähän käyttöpaikkoja eikä muuntoasemalle ole asennettu keskitintä, sekä niissä tapauksissa, joissa lukuyhteyttä ei muuten saada.

E120LiME

Mittari sisältää mittausosan ja tiedonsiirto-osan. Mittausosa on tarkkuusluokkaa 2. Tiedonsiirto luentajärjestelmän kanssa on toteutettu, LonTalk-protokollalla. Tiedonsiirto on suojattu ja se toteutetaan PLT-3120-lähetin-vastaanottimella. Mittarilta tiedot siirretään keskittimelle, josta ne siirtyvät järjestelmään (kuva 8).



Kuva 8. Tiedonsiirto mittarilta järjestelmään. (Landis+Gyr Enermet 2007b, 7)

Mittarit ovat kolmivaiheisia ja ne on varustettu kahdella S0-tulolla. Tuloihin saa liittää enintään 15 V DC-jännitteen ja 7 mA virran. S0-tuloja voidaan käyttää antamaan hälytyksiä tai tunnistamaan häiritseviä magneettikenttiä. (Landis+Gyr Enermet 2007b, 14)

Relelähdtöjä mittarissa on kaksi, joista toinen on mekaaninen kuormanohjaukseen käytetty rele (230 V, 6 A). Toinen on huoltorele, joko puolijohderele (230 V, 100 mA) tai mekaaninen rele (230 V, 5 A). Releille voidaan ohjelmoida erilaisia tilanvaihto-ohjelmia käyttäen viikkoaikataulua tai aikataulupohjaisia ohjelmia. Puolijohde relettä käytetään pulssilähtönä, eikä sitä voida ohjata järjestelmästä. Järjestelmällä pystytään lukemaan releiden tila, suora luennalla. Releille on ohjelmoitu samanlaiset viivetoiminnot kuin ET10-mittarille. (Landis+Gyr Enermet 2007b, 14 - 15)

Sarjarekistereitä mittarissa on kaksi. Mittausjaksoksi voidaan valita viidestä minuutista yhteen päivään ja sarjaan voi tallentaa 1680 arvoa. Sarjarekisterin keräämiä tietoja voidaan käyttää tarkistukseen. Jaksorekistereitä mittarissa on neljä, joilla tallennetaan eri tariffien sähkönkulutus. Käytettävien rekistereiden määrä riippuu mittarin ohjelmasta. Mittari pystyy mittaamaan sähkönkulutuksen ja tuotannon eli on kaksisuuntainen. Tietoja mittari pystyy tallentamaan 400 päivältä. Mittarin sisäinen kello hoitaa tariffin ohjauksen. (Landis+Gyr Enermet 2007b, 21)

Mittarissa on samat toiminnot hälytys- ja tapahtumalokissa, laatulokissa ja sähkökatkotiedoissa kuin ET10-mittarissa.

E120GiME

Mittari on ominaisuuksiltaan suurilta osin samanlainen kuin E120LiME-mittari muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta.

Tiedonsiirrossa käytetään GPRS TCP/IP-tiedonsiirtoa, joka toteutetaan mittarin GSM-moduulilla. Mittarissa on sisäinen GSM-antenni, joka sisältää antennisovittimen. Sovittimeen voidaan liittää ulkoinen antenni. Mittarissa voi olla myös galvaaninen liitin, jolloin sisäistä antennia ei ole. Galvaaniseen liittimeen asennetaan oma antenni. Ulkoista antennia käytetään, jos mittari on asennettu esim. peltikaappiin, eikä siihen saada yhteyttä. Antenni saadaan tuotua kaapin ulkopuolelle, jolloin yhteys voidaan saada, mutta se ei kuitenkaan paranna GSM-signaalia. Mittari sisältää SIM-kortin, joka voidaan tarvittaessa vaihtaa. Lisäksi S0-tuloja on vain yksi ja siihen saa liittää enintään 27 V DC-jännitteen ja 27 mA virran. (Landis+Gyr Enermet 2008b, 16).

7.1.4 Landis+Gyr E120Lt/ -10NV-i2s1o1

E120Lt-mittari on ominaisuuksiltaan suurilta osin samanlainen kuin E120LiME-mittari muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Tiedonsiirtoon käytetään samaa LON-protokollaa (kuva 8). Mittarin saa yleis-, aika-, ja kausisähköohjelmalla.

E120Lt-mittarilla on vain sarjarekisterit. Sarjarekisterien tallennus kapasiteetti on sama kuin LiME -mittarilla. Mittausjakso voidaan valita minuutin ja yhden päivän välillä. Mittausjakso päättyy päivittäin 00:00. Rekisteri tiedot siirtyvät mittausjakson päättyttyä seuraavaan rekisteriin, eli R1 siirtyy R2:een ja R2 siirtyy R3:een. (Landis+Gyr Enermet 2007c, 16)

Mittarilla pystytään mittaamaan vain kulutettua sähköenergiaa. Mittarissa on neljä rekisteriä eri tariffien mittaukseen. Mittaavat rekisterit kytketään mittarin ohjelman mukaan, tietoja mittari pystyy tallentamaan 400 päivältä. Mittarin sisäinen kello hoitaa tariffin ohjauksen. (Landis+Gyr Enermet 2007c, 22)

E120Lt -10NV -i2s1o1

Mittari on perusominaisuuksiltaan samanlainen kuin E120LiME-mittari. Tiedonsiirto on toteutettu LON-protokollalla (kuva 8). Mittarin kytketään verkkoon virtamuuntajien välityksellä ja sitä käytetään mm. pienteollisuuden mittauksiin. Mittari on tarkkuusluokaltaan 1.

Mittari sisältää yhden S0-lähdön, johon voidaan kytkeä 33 V DC-jännite. Sekä yhden optomos -tyyppisen releen (230 VAC, 100mA). Releellä voidaan mm. ohjata kuormia ja käyttää mittausjakson tahdistuspulssina. (Enermet 2006b, 15) Releen ohjelmoinnilla on samat ominaisuudet kuin E120LiME-mittarin releillä. Rekisterit ja niiden toiminta ovat samanlaiset kuin E120Lt-mittarilla, mutta 10NV-mittari pystyy mittaamaan myös loistehon. Jaksosarjoja mittarissa on neljä, joihin voi tallentaa 400 arvoa. Kaksi rekisteriä on varattu tariffeille ja kaksi rekisteriä voidaan ohjelmoida mittaamaan huipputehoa.

7.1.5 Landis+Gyr E700/E600

E700-mittarilla pystytään mittaamaan pätöteho molempiin suuntiin sekä lois- ja näennäisteho neljänneksittäin. Mittareita saa tilattua erityyppisinä, jolloin mittarin tarkkuusluokka vaihtelee mittausluokissa 0.2S, 0.5S tai 1. Lisäksi tyyppi määrittelee mm. seuraavia ominaisuuksia: mittarin liittäminen, joko virtamuuntajilla tai jännite- ja virtamuuntajilla ja pystyykö mittari yksi- vai kaksisuuntaiseen mittaukseen. Mittari voidaan kytkeä nelijohdinjärjestelmään, nollajohtimen kytkentä ei ole pakollista. (Enermet 2006c, 4) Mittarilta Kemin Energia Oy on lukenut vain pätö- ja loistehorekisterit. Mittaria käytetään keskijännitemittauksiin.

Mittarissa voidaan käyttää optiokortteja. Mahdollisia kortteja ovat esim. RS232 sarjaliihennekortti, I/O-tulo- ja lähtökortti ja modeemikortti. Mittarissa on korteille kaksi paikkaa ja niitä voidaan käyttää samanaikaisesti. Laitteessa on myös paikka varaparistolle, joka pitää mittarin kelloa käynnissä sähkökatkon aikana, kauemmin kuin mittarin oma kondensaattori. Paristolla kellon aika varmistetaan 10 vuodeksi, kondensaattori pystyy 14 vrk varmistukseen. Kytkentä verkkoon tulee tehdä mittarin nimellisarvojen mukaan. Laitteessa on kahden tyyppisiä tuloja ja lähtöjä, niiden kytkennässä tulee varmistaa käytettävä jännitejärjestelmä. Muut lähdöt ja tulot riippuvat mittarin optiokorteista. Korttien

liittynyt ovat joko SELV -piirejä (18 – 27 VDC) tai jänniteliitäntöjä (230 V, 100 mA). Mittarit ohjelmoidaan tehtaalta valmiiksi, mutta se voidaan ohjelmoida myös itse. Jos laite ohjelmoidaan itse, käytetään E700UI-ohjelmaa. (Enermet 2006c, 6 - 9)

Laitteen rekisteröimät virheilmoitukset voidaan lukea E700UI-ohjelmalla. Tallennetut häiriöt ja virheet voivat olla esim. sovellusvirhe, vaihe puuttuu, sähkökatko ja yli- tai alijännite. (Enermet 2006c, 24 - 25) Mittarin tiedonsiirto järjestelmään on toteutettu laitteeseen asennettavalla GSM-modeemilla.

Landis+Gyr E600

E600-mittaria käytetään pienjännite mittauksiin. Mittari voi olla, joko suoraan kytkettävä tai VM-liitäntäinen. Laitteella pystytään mittaamaan pätö- ja loisteho samoilla ominaisuuksilla kuin E700-mittarilla, mutta näennäistehon mittaukseen se ei pysty. Mittari on ominaisuuksiltaan ja tiedonsiirtoyhteydeltään samanlainen E700-mittarin kanssa muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Poikkeuksia ovat I/O-vaihtoehdot, joita on enemmän kuin E700-mittarilla, sekä tila- ja rele-lähdöt (Enermet 2005, 7, 11.)

7.1.6 Landis+Gyr E650

E650-mittarit toimitetaan Kemin Energialle ohjelmattomina. Mittarit ohjelmoi oma henkilökunta, joka on käynyt koulutuksen laitteen ohjelmointiin. E650-mittareita tulee käyttöön vain muutamia kappaleita. Mittareita voidaan käyttää kaikilla jännitetasoilla aina pienjännitteestä, suurjännitteelle asti. Mittarit kytketään virtamuuntajien ja tarvittaessa jännitemuuntajien kautta. Virtamuuntajien virrat tulee olla 5 A tai 1 A, erityistapauksissa voidaan kytkeä myös molemmat (5/1). Mittareita käytetään esim. suurkuluttajien ja energiantuotantoalan mittauksiin. Laite pystyy tyypistä riippuen mittaamaan seuraavia suureita: pätö-, lois- ja näennäisteho neljänneksittäin molempiin suuntiin, huipputehon ja tehokertoimen. Tariffien hallintaan mittarissa on sisäinen ohjaus. Mittaus tarkkuus vaihtelee tyypeittäin luokasta 1, luokaan 0.2S. Etäluennan tiedonsiirtoon laitteessa on modeemiliitäntä, joka käyttää mm. GPRS -verkkoa. (Landis+Gyr 2009, 9 – 10, 26.) Kemin Energialla näitä mittareita luetaan DMLS-standardilla.

7.2 Toistimet

Toistimia käytetään etäluentajärjestelmässä vahvistamaan ja laajentamaan mittareiden keskittimille lähettämää signaalia. Toistimia käytetään paikoissa, joissa mittareiden kuuluvuus on heikko ja niiden lähettämää tietoa ei saada järjestelmään. Toistimia asennetaan ilmajohtoalueilla pylväisiin ja maakaapelialueilla jakokaappeihin. Lisäksi asennus voidaan tehdä esim. kerrostalon kiinteistön mittarin päälle, jolloin liitinkansi korvataan toistimella.

Toistin ERE2

Verkkoyhtiön käyttöön on tehty ERE2 A-toistin. Toistin käyttää A-kaistaa, joka on tarkoitettu etäluennan sovellusten käyttöön. Toistimia on kahdella kotelolla, mittareihin asennettavat, ovat luokaltaan IP20 ja ulos asennettavat, ovat luokan IP65-suojakotelossa. Toistin liitetään verkkoon kolmivaiheisena (L1, L2, L3, N ja PE).

Toistimen tiedonsiirtoalueen laajennus on 300 – 500 metriä, olosuhteista riippuen. Toistimet pitää asentaa AIM:n verkkotopologiaan keskittimen alle. Aikaisemmin verkossa olleita toistimia voi käyttää uudelleen, mutta ne pitää nollata. Mittareiden yhteydessä käytettävä toistin, voidaan nollata laitteessa olevasta painikkeesta. Jakeluverkossa käytetyt toistimet asennetaan uudelleen järjestelmän avulla, jolloin nollaus tieto, tulee topologiasta. Tiedonsiirrossa käytetään samaa periaatetta, kuin E120LiME-mittarilla (kuva 40). Mittarin tilalla on vain ERE2-toistin. (Enermet 2007, 7, 12)

7.3 Keskittimet

Keskittimet toimivat etäluentajärjestelmässä tiedon kerääjinä ja lähettäjinä. Keskittin kerää mittareiden lähettämät tiedot ja lähettää ne edelleen luentajärjestelmään (AIM). Mittareiden tiedot siirtyvät keskittimelle sähköverkon välityksellä, käyttäen LON-tiedonsiirtoa. Keskittimillä on kiinteä GSM/GPRS-yhteys, jolla siirretään tiedot järjestelmään. Keskittimet on asennettu puistomuuntamoiden mittauskeskukseen tai pylväsmuuntamoissa asennuskoteloon. Kemin Energialla on käytössä EMPC100i-keskittimet (kuva 9).



Kuva 9. EMPC100i-keskitin. (Enermet 2006a, 6).

7.3.1 EMPC100i

Keskitin toimii mittausjärjestelmän ja mittalaitteen välillä. Keskittimelle on asetettu, luentajakso esim. yksi kuukausi. Luentajakson päätyttyä keskitin lukee mittaustiedot mittareilta. Keskitin tallentaa tiedot, josta järjestelmä lukee ne tiedonsiirtoyhteyden avulla. Tiedonsiirrossa käytetään aiemmin esitettyjä tapoja. Tiedonsiirto alue keskittimellä on 300 – 500 m, jota voidaan parantaa toistimilla.

Yhden keskittimen alaisuuteen voidaan asentaa enintään 500 mittauspistettä ja -sarjaa. Kotitalousmittari vie yhden mittauspisteen, kun taas mittari jolta luetaan sekä pätö- että loisteho vie kaksi mittaussarjaa. Jos sarjoja luetaan enemmän, vie se enemmän paikkoja ja täten vähentää keskittimen alaisuuteen asennettavien laitteiden määrää. Mittaustiedon siirrossa järjestelmään on monia vaihtoehtoja. Helpoin tapa on kokonaisen tiedoston lähettäminen, jota voidaan nopeuttaa pakkaamalla tiedostot. Keskittimen ja järjestelmän välinen yhteys on suojattu todennuksella. Keskittimen kellon aika päivittyy aina, kun järjestelmä muodostaa keskittimeen yhteyden. Keskitin puolestaan päivittää mittareiden ajan. (Enermet 2006a, 12 - 13).

Keskitin sisältää jännitteen laadunvalvonnan. Valvontaohjelma tarkkailee keskittimen jännitteen laatua ja tallentaa tiedot kaikista poikkeuksista lokiin. Laatua tarkkaillaan viidellä alueella, jotka vaihtelevat $> +13 \%$ ja $< -13 \%$ välillä, esim. $\pm 8 \%$. Mittausjakson pituus voidaan määritellä järjestelmästä esim. 10 minuuttia, jolla saadaan 35 päivän tiedosto. Mittausjärjestelmä tekee tiedostosta raportin, josta ilmenee jännitevaihtelu. Tietoliikenteen laaduntarkkailussa lokiin tallennetaan LON-tiedonsiirron onnistuneet ja

epäonnistuneet siirrot. Järjestelmä laatii tiedostosta raportin, josta ilmenee luennan onnistuminen prosentteina. Raportti voidaan laatia yksittäisestä mittarista tai kaikista keskittimen alaisuudessa olevista mittareista. (Enermet 2006a, 15 - 17).

GSM/GPRS-tiedonsiirtoa varten on keskittimeen asennettu kiinteä modeemi. Antenni suositellaan asennettavaksi metallistenkoteloiden ulkopuolelle. Keskitin voidaan kytkeä sähköverkkoon, joko yksi- tai kolmivaiheisena. Nolla- ja suojajohtimen kytkentä on pakollista. Tiedonsiirrossa hyödynnettävä GSM/GPRS-verkko vaatii, että laitteen on muutettava verkon solua tai oltava aktiivinen, jotta sitä ei poisteta verkon aktiivisista laitteista. Keskitin muodostaa yhteyden GSM-verkkoon, kerran päivässä ja näin varmistaa pysymisensä aktiivisena. GPRS-yhteydelle on keskittimellä kaksi tilaa aina päällä- ja käynnistystila. Aina päällä -tilassa, keskitin pitää yhteyden muodostettuna kokoajan. Käynnistystilassa, yhteys muodostetaan aina kun järjestelmästä tulee käsky. Tiedonsiirtoa varten keskittimessä tulee olla SIM -kortti. Kortti pitää hankkia operaattorilta ja sen tulee tukea GPRS -tiedonsiirtoa. SIM -kortissa pitää olla numerot, sekä liittymälle että dataliittymälle. (Enermet 2006a, 25, 30).

7.4 Katkolaitteet

Kolmivaiheisissa mittareissa käytetään EPS32-katkolaitetta. Katkolaite voi olla asennettu tehtaalla valmiiksi, tai se voidaan asentaa mittariin jälkiasennuksena. Jos laite asennetaan jälkikäteen, tulee mittarin S0-tulo ohjelmoida järjestelmällä. Ohjelmointi tehdään AIM:n ohjaus-moduulilla. Katkolaitetta ohjataan mittarin S0-tulolla. Katkolaitteessa on merkkivalot, jotka ilmaisevat jännitteen kytkennän. Jos vihreä valo vilkkuu, jännite ei ole kytketty, valon palaessa, jännite on kytketty. Punainen valo palaa aina kun laitteessa ei ole jännitettä. Laitetta pystytään ohjaamaan etänä järjestelmästä tai laitteen painikkeesta pääkytkimen tavoin.

EPS32-katkolaite

Katkolaite mahdollistaa jännitteen kytkennän ja poiskytkennän mittarilta, ilman että luentayhteys mittariin katkeaa. Laitteen releen enimmäisvirta on 63 A, joka takaa laajan käyttöalueen laitteelle. Katkolaitteellisen mittarin asennus järjestelmään ei vaadi lisä-

toimenpiteitä. Laite on asennettu mittarin liitinkotelon tilalle (kuva 10). Laitteen katkaisua ohjaa puolijohderele, jolle ohjauskäskyt lähetetään järjestelmästä.



Kuva 10. Katkolaitteellinen mittari. (Landis+Gyr 2008a, 5).

Katkolaitteella on kolme eri toimintotilaa, Kemin Energialla on käytössä automaattinen virrankytkentä, muita vaihtoehtoja on manuaalinen virrankytkentä ja DK-tila. Automaattisessa kytkentätilassa virta kytketään järjestelmän komennolla. Asiakas voi myös käyttää painiketta jännitteen katkaisuun ja kytkentään. Manuaalisessa tilassa järjestelmän komento ohjaa laitteen valmiustilaan, jonka jälkeen virta saadaan päälle painikkeella. Painiketta voi käyttää myös jännitteen katkaisuun. DK-tilassa toiminta on sama kuin manuaalisessa tilassa, mutta painikkeella ei voi katkaista jännitettä. Jos virta on katkaistu järjestelmästä, ei painikkeen painalluksella, saa kytkettyä virtaa takaisin.

Sähkötakokset eivät vaikuta releen tilaan. Sähköjen palauduttua mittari asettuu katkos- ta edeltäneeseen tilaan. Jos mittarin releen tilaa muutetaan katkoksen aikana, päivittyy katkolaitteen reletila katkoksen jälkeen. Releen ohjaus- ja tilatiedot luetaan mittarin kytkennöistä. Ohjaustieto kytketään puolijohdereleeseen ja tilatieto saadaan transistorilta, joka kytketään mittarin S0-tuloon.

8 TIETOJÄRJESTELMÄT

8.1 Ellarex

Kemin Energia Oy:llä on käytössä Ellarex-asiakastietojärjestelmä. Järjestelmä sisältää tiedot kaikista Kemin Energian asiakkaista, käyttöpaikoista ja mittalaitteista ym. Järjestelmällä hallitaan mm. asiakkaiden käyttöpaikka- ja sopimustietoja. Lisäksi ohjelmaa käytetään laskutukseen. Käyttöpaikoilla ovat kohteiden yksilölliset tiedot sähkönkulutuksesta ja käyttöpaikalle kytketyistä mittareista sekä mahdollisista muista laitteista. Ellarex on energianmittauksen ja laskutuksen kannalta keskeinen järjestelmä. Tässä työssä Ellarex -järjestelmästä esitellään etäluennan kannalta tärkeimmät ominaisuudet. Järjestelmän toimittaa Empower Oy.

Asiakastietojärjestelmää käytettiin taseselvityksen tekoon aikaisemmin. Nykyään Kemin Energia Oy:n taseselvitys tehdään EllaEDM -mittaustietokannalla.

8.1.1 Sähköliittymä

Sähköliittymä -toiminnolla voidaan tehdä uusia liittymiä sekä hakea ja käsitellä vanhoja liittymiä. Sähköliittymä pitää tehdä aina ennen mittaus- ja käyttöpaikkaa, koska nämä liitetään liittymän alle. *Sähköliittymä* -ikkuna aukeaa tuplaklikkaamalla *sähköliittymä* -kuvaketta. Avautuu sähköliittymä ikkuna (kuva 11), jossa voidaan tarkastella tiettyä liittymää.

Liittymän nimi	Liittymätunnus	Kunta	Postinumero	Kaup.osa/alue	Jakeluyhtiö
Heikosenkatu 12	2013990	Kemi	94600	KEMI	Kemin Energia Oy

Kuva 11. Sähköliittymä etsi -ikkuna.

Hakutulos tulee näkyviin alla olevaan taulukkoon, josta valitaan haluttu/etsitty liittymä tuplaklikkaamalla tai valitsemalla kohde *aktiiviseksi* ja painamalla *valitse*. *Liittymä* -ikkuna avautuu (kuva 12). Ikkuna avautuu oletuksena liittymän *perustieto* -välilehdelle. *Perus* -välilehdeeltä nähdään liittymän perustiedot, kuten jakeluyhtiö, liittymän tila, osoite ym.

Maksupvm	Valuutta	Summa	Kuitattu	Saldo	Huom.
----------	----------	-------	----------	-------	-------

Kuva 12. Liittymän perus -ikkuna.

Järjestelmä antaa juokseva numeroinnin mukaan tunnuksen sähköliittymälle. Kahta saman tunnuksen omaavaa liittymää ei voi olla. Liittymä nimetään osoitetiedon mukaan esim. omakotitalon osoite. Jakeluverkkoyhtiö tieto tulee antaa sille merkittyyyn paikkaan. Jakeluverkkoyhtiön voimaan tulon voi laittaa alkamaan tulevaisuudessa, jolloin se aktivoituu esim. myyntisopimusten alkamisen yhteydessä. Liittymä voi olla tilapäinen esim. pitkäaikaisempi työmaakeskus, jolloin sen laskuttaminen on helpompaa. *Tekniset* -välilehdellä voidaan hallita liittymän teknisiä tietoja, kuten *pääsulakekokoja* ja *muuntopiiriä* (kuva 13). Muuntopiiri tunnus annetaan liittymää tehdessä, kun tiedetään miltä muuntamolta liittymää syötetään esim. MA177.

Screenshot of the 'Sähköliittymä - Heikosenkatu 12' software window, showing the 'Tekniset' (Technical) tab. The window displays fields for 'Muuntopiiri' (Transformer) set to MA177, 'Liittymisteho' (Connection power), and 'Liittymisjännite' (Connection voltage) set to 400 V. Below these are 'Sulaketiedot' (Circuit breaker details) and 'Tunnusluvut (JUNGRP)' (Identification numbers). The 'Sulaketiedot' section includes a table for 'Pääsulake' (Main circuit breaker) with columns for 'Alkaen' (From) and 'Päättyy' (To). The 'Tunnusluvut' section includes a table for 'Tyyppi' (Type) with columns for 'Arvo' (Value), 'Yksikkö' (Unit), 'Alkaen' (From), and 'Päättyy' (To).

Kuva 13. Tekniset -välilehti.

Tekniset -välilehdellä voidaan muokata liittymän sulaketietoa, joka on tärkeä sähkönmyyntisopimuksia tehtäessä. Sulaketietoja muutetaan lähinnä silloin kun asiakkaan pääsulakekokoja pienennetään tai suurennetaan. Liittymän liittymiskaapelin tiedot päivitetään. *Liittymäjohto* -välilehdelle, kaapeli voi olla esim. AXMK 4x25mm² ja kaapelin liityntäkohta tontinraja. *Kytkenä* -välilehdellä, ilmoitetaan liittymän kytkennän tila, oletuksena on kytketty, jos asiakkaalla on esim. maksuhäiriöitä voi kytkentä olla irtikyketty. Kytkentä päivittyy automaattisesti liittymän *perustiedot* -välilehdelle, josta tieto on helposti saatavilla. Liittymän ryhmittely voidaan tehdä *ryhmittelyt* -välilehdellä. Ryhmittelyihin valitaan kohdetta kuvaavia tietoja, joita on käytetty tyyppikuormitusmallinnuksessa. *Ulkoiset liitännät* -välilehdelle, lisätään liittymät muihin järjestelmiin esim. XPower (myöhemmin TeklaNIS)

Uusi sähköliittymä

Uudet rakennettavat liittymät tehdään Ellarexiin sähköliittymä toiminnon alle. Liittymä voi olla omakotitalo, kerrostalo, teollisuuskiinteistö ym. Liittymän teko alkaa valitsemalla *sähköliittymä* -toiminto aktiiviseksi ja painamalla *uusi* -kuvaketta. Avautuu *uusi sähköliittymä* -ikkuna, jossa pakolliset kentät on merkitty *keltaisena*. Ikkuna avautuu *perustiedot* -välilehdellä, pakollisina tietoina annetaan *osoite*, *postinumero* ja *kaupunginosa*. Tallennetaan tiedot, *tallenna uutena* -painikkeella ja järjestelmä luo liittymälle liittymänumeron juoksevilla numeroinnilla.

Siirrytään *tekniset* -välilehdelle, jossa liittymälle annetaan tiedot *pääsulakekoosta*, *liittymänjännitetaso* sekä *muuntopiiritieto*. *Liittymäjohto* -välilehdellä annetaan tiedot kaapelin liittymäkohdasta esim. *tontinraja*, jos asiakas itse hoitaa tonttiosuuden. Liittymisraja voi olla myös *pääkeskus*, jolloin verkkoyhtiö vastaa kaapelista. Lisäksi annetaan kaapelityyppi esim. AXMK 4 x 25 ja asennustapa esim. *pj-maakaapeli*.

Kytkentä -välilehdelle annetaan liittymän kytkennän *päivämäärätieto*. Lopuksi käydään *ulkoiset kytkennät* -välilehdellä antamassa Xpowerin *verkkopiste* liittymälle. Verkostopiste haetaan verkostokartoista. Liittymän teon jälkeen tehdään asiakkaalle liittymissopimus ja laskutussopimus. Tätä prosessia ei kuvata tässä työssä.

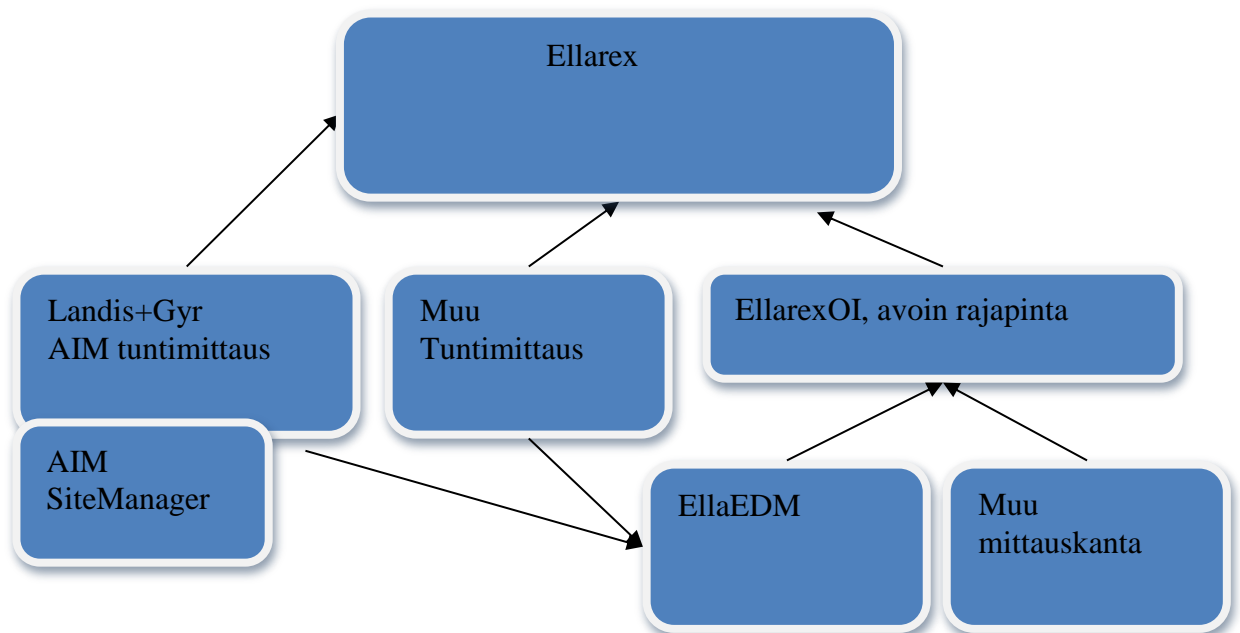
8.1.2 Mittauspaikka

Mittauspaikka -toiminnolla voidaan tehdä uusia mittauspaikkoja ja käsitellä vanhoja käyttöpaikan mittaustietoja. Lisäksi voidaan käsitellä laitteita ja niiden kytkentöjä. Mittauspaikka pitää liittää liittymän alle. Mittauspaikalle voi antaa eri tyyppisiä esim. sähkö ja kaukolämpö. Tyyppisiä mittauspaikalla voi olla useampia ja kaikki käytetyt laitteet voidaan kytkeä samalle mittauspaikalle. Kyseinen mittauspaikka tulee kytkeä omalle liittymälle esim. sähkön mittauspaikka sähköliittymälle. Mittauspaikalle kytketyt käyttöpaikat ovat näkyvissä navigaatiopuussa.

Mittaukset ovat laskutus-, kontrolli- tai passiivimittauksia. Laskutusmittauksessa mitattu lukema etenee laskutukseen ja asiakkaan laskulle. Kontrollimittausta voidaan käyttää opastavana tietona tai mittauksen tarkistajana. Mittaus- ja laskutustiedot eivät lähde

laskulle. Passiivimittauksessa laskurin mittaamaa tietoa ei vastaanoteta etäluentajärjestelmästä. Passiivilaskurin voi käyttäjä muuttaa myöhemmin aktiiviseksi laskutuslaskuriksi. Tehomittauksessa laskuri mittaa huipputehoa. (Empower Oy 2013, 550 - 551.)

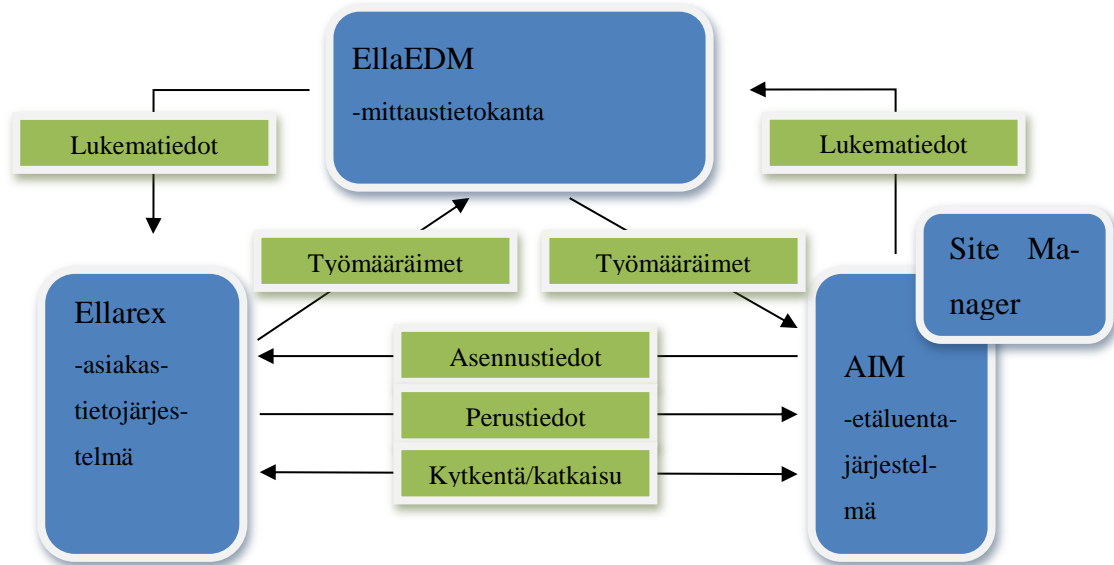
Tuntimittaukseksi Ellarex:ssä tulkitaan kohde jonka mittarin laskuri mittaa tuntitehoa tai huippuarvoa, sekä laskuri on laskutusmittaus tyyppinen. Mittaustietoja käsiteltäessä erillisellä mittaustietokannalla tulkitaan mittaus tuntimittaukseksi Mscons-sanomalla, joka käsitellään ulkopuolisessa mittaustietokannassa. Mscons-sanomalla välitetään tuntimittaustietoja eri järjestelmiin. Lisäksi kytkennän formaatiksi pitää antaa AIM (kuva 14). Tuntitehomittauksen tietojen siirtoon Ellarexiin käytetään erilaisia rajapintoja, käytettävät formaatit ovat: FOS, REM, APE-56 ja Ediel -inhouse. Kyseisiä formaatteja käyttävät mittarit tulkitaan AMR-mittareiksi ja niiden tiedot voidaan suoraan lukea Ellarexiin. Erillisen tunnuksen tarvitsevalle mittarille pitää antaa tunnus *ulkoiset liitännät* -välilehdelle. (Empower Oy 2013, 551 - 552.)



Kuva 14. Tuntimittaus tietojen kulku (Empower Oy 2013, 551.)

Ellarex -asiakastietojärjestelmällä on yhteinen rajapinta AIM- ja EllaEDM-järjestelmien kanssa. Järjestelmien yhteensopivuutta käytetään hyväksi esim. mittareiden vaihdossa ja lukemien siirrossa. Vaihtotyöstä tehtävä työmääräin lähetetään EllaEDM-järjestelmään, josta se viedään AIM-järjestelmään. Kun vaihtotyö on tehty ja mittari vaihdettu onnistuneesti, siirtyy AIM:sta asennustiedot Ellarex:n ja mittari kytkeytyy käyttöpaikalle

(kuva 15). Järjestelmien yhteensopivuutta hyödynnetään myös mm. mittarilukemien siirrossa ja perustietojen viennissä.



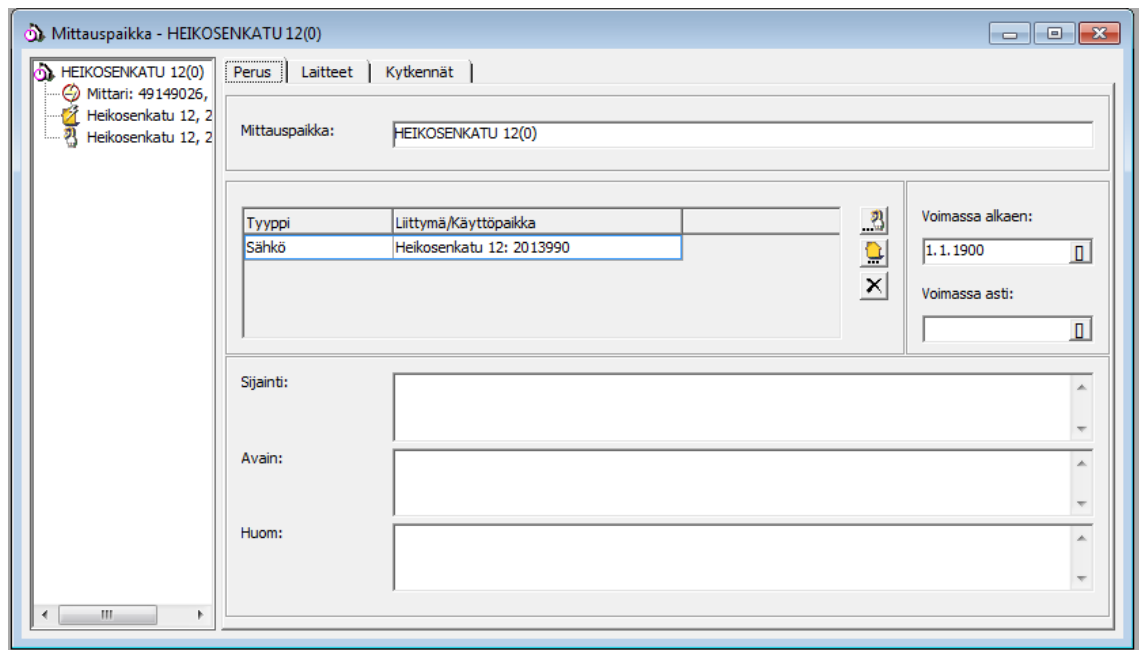
Kuva 15. Tietojärjestelmien tiedonkulku.

Mittauspaikka löytyy *laite* -ryhmän alta. Tuplaklikkaamalla *mittauspaikka* -kuvaketta aukeaa *mittauspaikka etsi* -ikkuna (kuva 16).

Rivejä: 1	Tyyppi	Mittauspaikka	Liittymä/Käyttöpaikka	Mittauspaikan sijainti	Voimassa alkaen	Voimassa asti	Mittauspaikan selite
1	Sähkö	HEIKOSENKATU 12(0)	Heikosenkatu 12: 20...		1.1.1900		

Kuva 16. Mittauspaikka etsi -ikkuna.

Haun voi suorittaa esim. liittymällä, sijainnilla tai laitetunnuksella. Jos mittauspaikalle ei ole vielä kytketty mittaria, haku suoritetaan liittymällä. Avaamalla mittauspaikka avautuu *mittauspaikka* -ikkuna, joka avautuu *perus* -välilehdelle. (kuva 17). *Perus* -lehdellä sijaitsee perustiedot mittauspaikasta.



Kuva 17. Mittauspaikka

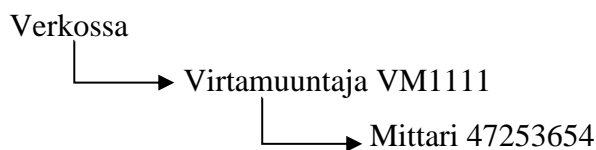
Laitteet -välilehdellä hallitaan ja asennetaan laitteita mittauspaikalle, sekä kytketään ne käyttöpaikoille. Laitteiden asennusta mittauspaikalle käytetään virtamuuntajaliitännäisten mittareiden asennuksessa, sekä tuotteen vaihtojen yhteydessä esim. aikasähkötuotteen vaihto yleissähköön. Suoran mittauksen mittarit tulevat mittauspaikalle työmääräimen kautta. Välilehdellä on näkyvissä asennettujen mittareiden laskurit ja muut laitteet esim. virtamuuntajat. Vanhat mittauspaikalla olleet laitteet saa näkyviin *historia* -toiminnolla. *Mittarit* -osiossa on näkyvillä se käyttöpaikka, jolle mittari on kytketty. Jos mittarissa on useampia laskureita, ne voidaan kytkeä mittaamaan eri käyttöpaikkoja. Mittarin laskuri on aina kytkettävä käyttöpaikalle, jotta lukemat välittyvät järjestelmään. Taulukossa on kerrottu eri tietoja mittauksesta esim. suure, aikajakomalli, luentatapa ja VM -mittauksissa L -kerroin. L -kerroin on laskennallinen kerroin jota käytetään VM -mittauksen laskentaan. Kerroin voi olla esim. 100/5 A muuntajalla 20. Mittareiden tietoja voi muokata *kynä* -kuvakkeesta. (Empower Oy 2013, 556 - 558.)

Mittalaitteita voidaan poistaa ja asentaa mittauspaikalla käsin. Mittarin asennus vaiheessa painetaan *mittarin tai yksittäisten laskureiden asentaminen* -painiketta. Avautuvassa ikkunassa, josta valitaan *koko mittari*, annetaan tiedot *asentajasta*, *päivämäärästä* ja *luentatavasta* (etäluenta). Uusi mittari haetaan laitetunnuksella. Taulukkoon avautuu mittarin rivi, jossa näkyy kaikki mittarin laskurit. Mittarille kytketään halutut laskurit. Laskurin kytkentäpäivä tulee automaattisesti aikaisemmin syötetystä päivämäärästä. Ilman kytkentäpäivää laskuri ei asetu mittarille. Laskureille tulee antaa myös *alkuluke-*

ma ja *kytkeä* ne käyttöpaikalle. Mittareiden poistoa ja lisäystä käytetään VM-liitäntäisten mittareiden asennuksessa ja tuotteen vaihtojen yhteydessä.

Muun laitteen poisto/vaihto tehdään *muut laitteet* -osiossa. *Poisto* -ikkuna avautuu samoin kuin mittarin poistossakin. Poistossa annetaan laitteelle *päivämäärä* ja *asentaja*, muutos hyväksytään *ok*:lla. Samalla voidaan asentaa uusi samanlainen laite. Laite haetaan kolmipiste haulla. Päivämäärä tulee asennuksen mukaan ja vanha laite poistuu edelliselle päivälle. *Käyttöpaikka* tulee kytkeä uudelle laitteelle, tällöin se kytkeytyy aktiiviseksi *kytkentä* -välilehdelle. Muun laitteen asentaminen tehdään samoin kuin mittarin. Laite haetaan kolmipiste haulla ja annetaan *asennuspäivämäärä* sekä *asentaja*. Lisäksi laite kytketään kyseiselle *käyttöpaikalle*. Virtamuuntajille täytyy antaa *muutosuhde* sekä *lävistyskertojen lukumäärä*, jotta kerroin tulee oikeaksi.

Kytkentä -välilehdellä on näkyvissä mittauspaikalle kytketyt laitteet. Ikkunassa on kaksi taulukkoa. Vasemmanpuoleisessa näkyvät laitteiden kytkennät. Oikeanpuoleisessa on listattu liittymän mittauspaikalle kytketyt laitteet. Kun laite on asennettu *laitteet* -välilehdelle, tulee se näkyviin *kytkentä* -välilehdelle. Kytkentä tapahtuma päivätään mittarin asennus päivälle ja mittarin tilaksi tulee mittauspaikalla kytketty. Käyttäjän tehdessä kytkentöjä pitää kytkentä päivä valita ensin. Kytkennän muutos käsin tapahtuu valitsemalla haluttu laite ja viemällä se *nuoli* -painikkeella joko verkkoon tai laitekantaan. Muutokset tallennetaan työkalurivin *tallenna* -painikkeella. Kytkentöjä tehdään VM-liitäntäisten mittareiden asennuksessa, jolloin mittari pitää kytkeä virtamuuntajien alle (kuva 18).



Kuva 18. Laitteiden kytkennät mittauspaikalla.

Uusi mittauspaikka

Uusi mittauspaikka tehdään, valitsemalla *laite* -toiminto alta, *mittauspaikka* aktiiviseksi ja painamalla työkalurivistä *uusi*. Avautuu *uusi mittauspaikka* -ikkuna, jossa *keltaiset* kentät ovat pakollisia tietoja.

Mittauspaikalle annetaan *mittauspaikka* (kohteen osoite) ja haetaan *liittymä* jolle mittauspaikka kytkeytyy. Lisäksi pakollisena tietona on *voimassa alkaen päivämäärä*, johon määritellään mittauspaikan *voimaantulopäivä*. Tiedot tulee tallentaa uutena, työkalurivin *tallenna uutena* -painikkeella. Kun mittauspaikka ja käyttöpaikka on tehty, voidaan mittauspaikalle asentaa mittarit. VM-liitäntäisen mittarin asennus ja tuotteen vaihto tehdään aiemmin esitetyllä tavalla. Suoramittaus tehdään työmääräimellä AIM:n Site-Managerissa.

8.1.3 Käyttöpaikka

Käyttöpaikka -toiminnolla voidaan tehdä uusia käyttöpaikkoja ja käsitellä vanhojen käyttöpaikkojen tietoja. Käyttöpaikat tulee kytkeä liittymän alle. Käyttöpaikoilta näkee mm. asiakkaan kulutustietoja, mittarin numeron ym. *Sähkökäyttöpaikka* -ikkunan saa auki tuplaklikkaamalla *sähkökäyttöpaikka* -kuvaketta. Avautuu, *sähkökäyttöpaikka etsi* -ikkuna, johon voidaan syöttää eri haku ehtoja (kuva 19). Kuvake löytyy *käyttöpaikka* valikon alta.

Käyttöpaikan nimi	Käyttöpaikkatunnus	Asiakkaan nimi	Liittymätunnus	Kunta	Postinumero	Kaup.osa/Alue	Myyjäisyhtiö	Ediel-tunnus	Mittarinumero
Heikosenkatu 12	2021507	Lento Petri	2013990	Kemi	94600	KEMI	OULUN SÄHKÖN...	2021507	49149026

Kuva 19. Käyttöpaikka etsi -ikkuna.

Lisätiedot -välilehdellä pystyy haku ehtoina käyttämään esim. asiakkaan tuotetta.. Käyttöpaikan sopimuksen tullessa voimaan tulevaisuudessa, *asiakkaan nimi* -sarakkeessa, on asiakkaan nimen perässä * -merkki ja sopimuksen voimaantulo päivämäärä suluissa. *Mittarinumero* -sarakkeessa näkyy käyttöpaikalle kytketty mittari, jos käyttöpaikalla ei

ole mittaria sarake on tyhjä. Haku tulosten esitys ja hallinta ovat samanlaiset kuin sähköliittymässäkin.

Käyttöpaikka ikkuna avautuu tuplaklikkaamalla haluttua/etsittyä käyttöpaikkaa. Ikkuna avautuu oletuksena käyttöpaikan *perustiedot* -välilehdelle (kuva 20). Välilehdeltä nähdään käyttöpaikan perustiedot, kuten jakeluyhtiö, myyntiyhtiö, osoite, mittarinumero, kulutus ym. Historia tiedot saadaan näkyville *historia ja tulevat* -painikkeella (kello) työkalurivissä ja päivittämällä ikkuna *F9*:llä.

Mittari	Laskuri	Laskupvm	Välimerkki	Kulutus	Lukusyy	Suure	Aikajakomalli	Jakso alkaa	Päättyy	Luentav
49149026	1	31.12.2012	11635,65	606,99	Kausiluku	Energia	TALVIAIKAJAKOMALLI, 1.11-31.03, ma-la 0...	30.11.2012	31.12.2012	32
49149026	2	31.12.2012	61016,35	1815,91	Kausiluku	Energia	MUUAJAKOMALLI 01.04-31.10 00-24, 1.11-3...	30.11.2012	31.12.2012	32
49149026	1	30.11.2012	11028,66	475,25	Kausiluku	Energia	TALVIAIKAJAKOMALLI, 1.11-31.03, ma-la 0...	31.10.2012	30.11.2012	31
49149026	2	30.11.2012	59200,44	1419,33	Kausiluku	Energia	MUUAJAKOMALLI 01.04-31.10 00-24, 1.11-3...	31.10.2012	30.11.2012	31
49149026	1	31.10.2012	10553,41	0	Kausiluku	Energia	TALVIAIKAJAKOMALLI, 1.11-31.03, ma-la 0...	30.9.2012	31.10.2012	32
49149026	2	31.10.2012	57781,11	1677,01	Kausiluku	Energia	MUUAJAKOMALLI 01.04-31.10 00-24, 1.11-3...	30.9.2012	31.10.2012	32

Kuva 20. Käyttöpaikka -ikkuna.

Jakeluyhtiö tieto tulee liittymän tiedoista, kun se liitetään käyttöpaikkaan. Myyntiyhtiö tieto tulee asiakkaan sähkösopimuksesta. Myyntiyhtiö tietoa käytetään myös tarvittavien sanomien lähettämiseen, sekä taseselvitykseen, tyypikkäyräsanomien lähettämiseen ja taseselvityslaskujen muodostamiseen. Myyntitietojen muokkaus tapahtuu *kynä* -kuvaketta painamalla. Avautuvaan *myyntiyhtiö* -ikkunaan haetaan myyntiyhtiö, annetaan *aikavyöhykejako*, *laskutustapa* ja *alkaen/päättyen päivämäärä*. Aikavyöhykejaolla määritetään asiakkaan mittaus: 0 = tuntimittaus, ei aikajakomallia, 1 = yksiaikamittaus, 2 = kaksiaikamittaus yö/päivä ja 3 = kaksiaikamittaus talvi/kesä. Laskutustavalla kerrotaan käyttöpaikan laskutustapa, tähän on olemassa kolme koodia: (1) Myyjä ja verkko, myyjä laskuttaa kulutetun energia ja verkkoyhtiö siirron. (2) verkko, verkkoyhtiö laskuttaa molemmat. (3) Myyjä, myyjäyhtiö laskuttaa molemmat. (Empower Oy 2013, 393 - 397.)

Muuntopiirin tieto päivittyy liittymältä, jos se on sille annettu. Irtikytentä tieto ja sen syy tuodaan automaattisesti kytkentä välilehdeltä. Käyttöpaikka tunnus tulee tallennet-

taessa järjestelmän antaman juoksevan numeroinnin mukaan. Kahta saman numeroista käyttöpaikkaa ei saa olla. Käyttöpaikan nimeksi annetaan osoitetieto, joka on käyttäjän määriteltävissä. Vaihe kenttään voi merkitä onko käyttöpaikka yksivaiheinen (1) vai kolmivaiheinen (3). Tyypikulutuskäyrää ei voi käyttöpaikka lehdeltä päivittää vaan tieto tulee asiakkaan voimassa olevasta sopimuksesta. Kentässä on aina näkyvissä ajan-kohtainen tyypikulutuskäyrä tieto, lisäksi ilmoitetaan kuormitusmalli. Kuormitusmalli on käytössä, jos käyttöpaikka on tuntimittauksessa. Käyttöpaikan sulakekoon ollessa alle 63 A on kuormitusmalli 9, jos sulakekoko on yli 63 A, kuormitusmalli on 0. Nämä kuormitusmallit ovat käytössä etäluettavilla mittareilla. Vielä vanhoilla mittareilla mitattavissa kohteissa on käytössä viralliset kuormitusmallit 1, 2 ja 3. VKA-kentässä näkyy vuosikulutusarvio. *Kuormituskäyrä* -kentässä oleva käyrä kuvaa kohteen tyypillistä kuormitusta. Kuormituskäyrää käytetään joskus myös seuraavissa tilanteissa: Mittarilukemien tarkastusajo ja VTJ-siirtotiedoston luontiajossa.

Käyttöpaikan ollessa etäluennassa tulee etäluenta kohtaan valinta. Tieto etäluennasta tulee mittarin ja sen kytkentöjen kautta, joten sitä ei voi itse määrittää. Käyttöpaikan osoitetiedot tulevat *osoite* -osioon. Pakollisena kenttänä on *kadun nimi*, muut tiedot ovat vapaaehtoisia. Muut tiedot päivittyvät liittymän kautta, eikä niitä voi muokata käyttöpaikalta. Sulaketiedon voi käyttäjä päivittää *kynä* -painikkeella, jolloin tietoina syötetään *sulakekoko* ja *päivämäärä*. (Empower Oy 2013, 400 - 401.)

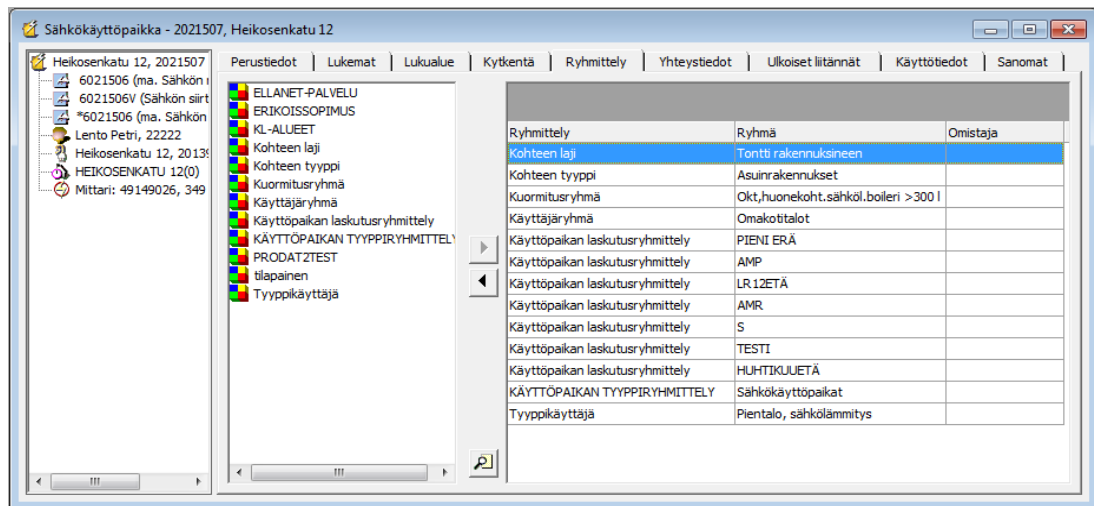
Kulutus -osiossa näkyy käyttöpaikan kulutus. Käyttöpaikka voi olla vakiokulutuksessa tai mittarilukemien mukaisessa kulutuksessa. *Kulutus* -osiossa näkyy käyttöpaikan mittarilukemat ja mahdolliset lisäenergiat, kun käytössä on normaali mittaus. Kulutus on myös nähtävissä *lukemat* -välilehdellä. Lukemien historia tiedot saadaan myös näkyviin historiatoiminnolla. Lukemia voidaan myös tarkastella ja käsitellä *lukemien käsittely* -painikkeesta. Lukemaa käsiteltäessä avautuu *lukeman syöttö* -ikkuna. Täällä käydään tarkistamassa lukemia esim. jos ne tulevat virhelistalle. Vakiokulutusta käytetään, kun käyttöpaikalle on sovittu vakiokulutus, tällöin ei käytetä mittaria. Vakiokulutus kohteita on muutamia Kemin Energia jakeluverkkoalueella. Käyttöpaikan *huomautus* -kenttään voidaan antaa tietoja käyttöpaikasta ja esim. mittarivirheistä ja lukemien tarkistuksista. Kenttään tallennetut tiedot näkyvät kaikilla Ellarex:n käyttäjillä. *Lukemat* -välilehdellä esitetään kohteen mittaustiedot. Mittarilukemien historia tiedot saa näkyviin historia toiminnolla. Täällä voidaan myös käsitellä lukemia samoin kuin *kulutus* -osiossa. *Lu-*

kemien käsittely -ikkunan välilehtien lukumäärä kertoo kuinka pitkällä lukemien käsittely on. Välilehtiä on neljä, joista esim. 2. välilehti = kulutuksenlasku.

Lukualue -välilehdeltä näkee, mihin lukualueeseen käyttöpaikka kuuluu. Lukualueet on jaettu kaupunginosittain. Lukualueella näkyy myös kaikki muut lukualueen käyttöpaikat lukujärjestyksessä. Viesti mittarinlukijalle kenttään voidaan kirjoittaa tietoja esim. missä mittari sijaitsee esim. mittausskeskus, tämä helpottaa mittareiden luentaa. Lukualue tulee poistumaan käytöstä, kun kaikki vanhat mittarit saadaan vaihdettua etäluettaviksi.

KytKentä -välilehdellä näkyy samat tiedot kuin liittymänkin *kytKentä* -lehdellä. Lisäksi käyttöpaikan välilehdellä näkyy onko kohde etäkytkettävissä, tieto saadaan mittarin mallista tai -kytkennöistä. Etäkytkentä edellyttää etäkytkentä ominaisuuden mittarilta. Etäkytkentä voidaan tehdä eräajolla *käyttöpaikan kytKentä/irtikytKentä*. Jos käyttöpaikka on irtikytetty, näkyy tieto *perustiedot* -lehden kentässä.

Ryhmittely -välilehdellä voidaan tehdä samat valinnat kuin liittymänkin kohdalla. Yleensä ryhmittelyt tehdään kuitenkin käyttöpaikalla. Ryhmittelyssä kohteelle valitaan eri ryhmiä esim. *kohteen laji*, *kuormitusryhmä* ja *tyyppikäyttäjä* (kuva 21). Pakolliset ryhmittelyt voidaan tarkistaa *tarkistus* -painikkeella, lisäksi kohteita ryhmitellään yhtiökohtaisesti muihinkin kuin pakollisiin ryhmiin. (Empower Oy 2013, 413.)



Kuva 21. Ryhmittelyt

Yhteystiedot - ja *ulkoiset liittännät* -välilehdet sisältävät samat ominaisuudet kuin liittymän kyseiset lehdet. Käyttöpaikalla ulkoisiin liittäntöihin lisätään *ediel -tiedonsiirto*. Ediel -tunnusta käytetään taselaskennassa, ulkopuolisessa myynnissä olevat kohteet rajataan laskennan ulkopuolelle ja niiden myyjätasauksen hoitaa verkkoyhtiö. *Käyttäjä-*

tiedot -välilehdellä tarkastellaan käyttöpaikan kulutus- ja laskutustietoja. Tietoja voidaan tarkastella yksikkönä, valuuttana tai alkaen/päättyen -päivämäärillä. Lisäksi tietoja voidaan tarkastella todellisella tai jaksotetulla tarkkuudella. Mittarin vaihto vaikuttaa mittaustietoihin siten, että taulukossa näkyy vanhan ja uuden mittarin laskurit. (Empower Oy 2013, 416 - 417.) *Sanomat* -välilehdellä käsitellään käyttöpaikalle saapuneita Prodat -sanomia. Näkyvissä on kaikki käyttöpaikkaa koskevat sanomat. Sanomia käytetään esim. myyjänvaihdon yhteydessä.

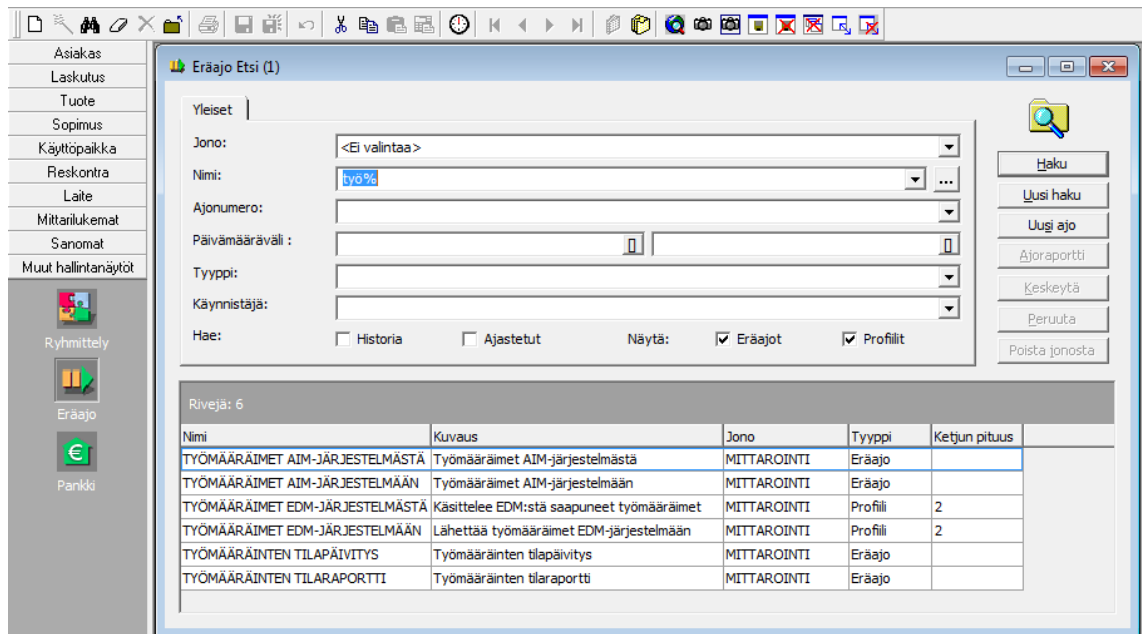
Uusi käyttöpaikka

Uuden asiakkaan sähkökäyttöpaikka tehdään kohteen mittaroinnin jälkeen. Ennen uutta käyttöpaikkaa tehdään, sähköliittymä ja mittauspaikka. Käyttöpaikka tulee liittää liittymän alle. Sähkökäyttöpaikan teko alkaa valitsemalla *sähkökäyttöpaikka* -toiminto aktiiviseksi ja painamalla *uusi* -kuvaketta. Avautuu *uusi sähkökäyttöpaikka* -ikkuna, jossa pakolliset kentät on merkitty *keltaisena*. Ensiksi haetaan käyttöpaikalle liittymä kolmipiste haulla, järjestelmä päivittää liittymältä muuntopiirin, jakeluyhtiön ja liittymän nimen. Syötetään kohteen *osoitetieto* sille varattuun kenttään ja *tallennetaan uutena* (painike työkalurivissä). Tällöin järjestelmä antaa käyttöpaikalle numeron juoksevilla numeroinnilla. Sulaketieto annetaan painamalla *kynä* -kuvaketta sulaketiedot osiossa. Avautuvassa ikkunassa valitaan haluttu sulakekoko esim. 3 x 25 A ja annetaan alkaen päivämäärä ja tallennetaan työkalurivin *tallenna* -painikkeella.

KytKentä -välilehdellä, kytKentä ja irtikytKentä osioon tehdään uusi rivi, *lisää rivi* -painikkeella. Taulukkoon ilmestyvään riviin annetaan tiedot: *päiväys*, *kytKentä* ja *kytKennän syy*. Tallennus työkalurivistä. *Ryhmittely* -välilehdellä määritellään käyttöpaikan ryhmittelyt. Kohteelle annetaan seuraavat ryhmittelyt: *kohteen laji*, *kohteen tyyppi*, *kuormitusryhmä*, *käyttäjäryhmä*, *käyttöpaikantyyppiryhmittely* sekä *tyyppikäyttäjä*. Tallennus työkalurivistä. *Ulkoiset liitännät* -välilehdelle lisätään uusi tieto, johon järjestelmäksi valitaan *ediel-tiedonsiirto*. Tunnus päivittyy automaattisesti ja se on sama kuin käyttöpaikkanumero. Järjestykseen valitaan 1.

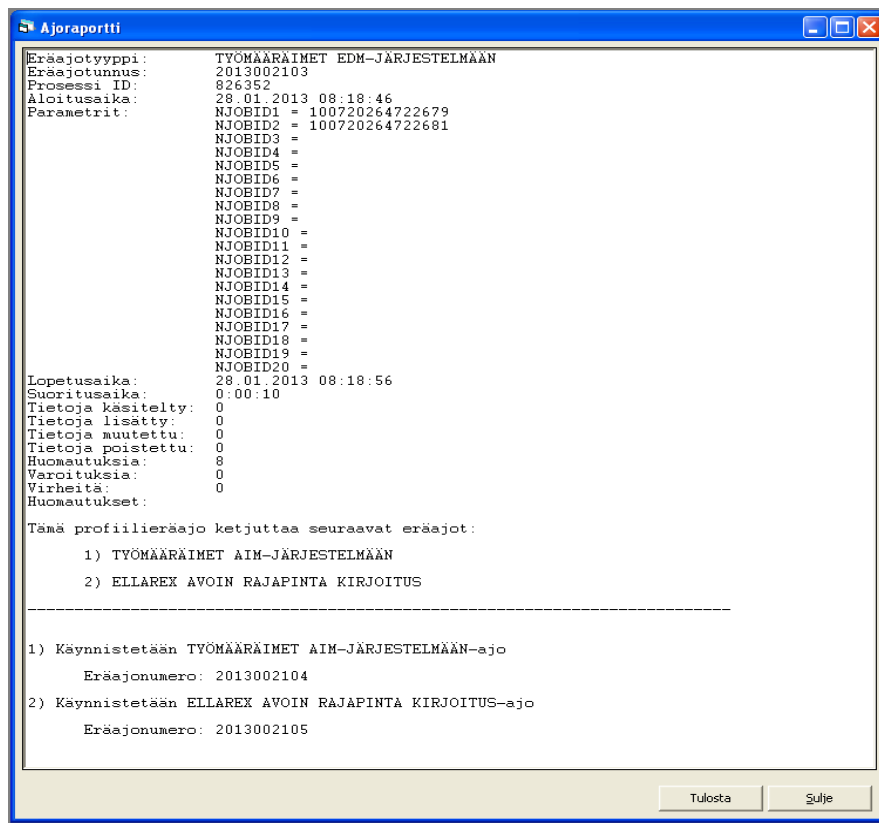
8.1.4 Eräajot

Eräajot löytyvät *muut hallintanäytöt* valikon alta. *Eräajo etsi* -ikkunan saa auki, tuplaklikkaamalla *eräajot* -kuvaketta (kuva 22). Eräajoja käytetään esim. työmääräimen lähettämiseen Ellarex:sta, EllaEDM -tietokantaa.



Kuva 22. Eräajo etsi -ikkuna.

Eräajon hakuun voi käyttää eri parametreja esim. jono, nimi tai tyyppi. Halutun eräajon löydyttyä avataan se tuplaklikkaamalla tai valitsemalla aktiiviseksi ja painamalla *uusi ajo*. Haettavana voi olla eräajot ja profiili -eräajot. Eräajot ovat Ellarex:n vakioajot, profiili -eräajot ovat käyttäjän itse määrittelemiä. *Historia* -valinnalla saadaan näkymään, ajatut eräajot sekä eräajojonot. Historia valintaa käytettäessä tulee *näytä* -valinnassa olla valittuna *eräajot* ja *historia* -valinta päällä. Hakuehtona voi olla esim. päivämääräväli. Kun eräajo on ajettu onnistuneesti tilassa, voidaan siitä tarkastella ajoraporttia. Ajoraportin saa auki valitsemalla haluttu eräajo *aktiiviseksi* ja painamalla *ajoraportti* -painiketta (kuva 23).



Kuva 23. Ajourportti

Ajourportista voidaan nähdä esim. eräajotyyppi, tietojenkäsittelymäärä ja mahdolliset virheet. Ajourportin tiedoista selviää seuraavaa: tietoja käsitelty kertoo käsiteltyjen tiedostojen määrän, tietoja lisätty kertoo lisättyjen tietojen määrän tietokantaan, tietoja muutettu kertoo muutettujen tietojen määrän ja tietoja poistettu kertoo poistettujen tiedostojen määrän. Huomautukset kertovat ajon aikana tulleet huomautukset, huomautuksia tulee esim. silloin kun vanha mittari vaihtuu uuteen etäluettavaan. Varoitukset ja virheet kertovat ajon aikana tulleet varoitukset ja virheet, mahdollisia virheitä voi olla esim. puuttuva sopimustieto tai liian suuri kulutus VKA:han nähden. Raportin tulostus on mahdollista *tulosta* -painikkeella.

Eräajon käsittely -ikkuna (kuva 24) avataan tuplaklikkaamalla haluttua eräajoa. Ikkuna avautuu *käynnistys* -välilehdellä. Välilehdellä on nähtävissä eräajon nimi, kuvaus sekä ajon parametrit. Parametrien nimien yhteyteen on lisätty tyyppitiedot. Tyyppitiedot kertovat parametrin pakollisuudesta ja monivalintamahdollisuudesta. Jos parametrin perässä on * -merkki, se on pakollinen tieto. Monivalinta-parametrin perässä on (...) -merkki, josta painamalla voidaan eräajoon liittää esim. tiedosto. (Empower Oy 2013, 778.)

Eräajo - TYÖMÄÄRÄIMET EDM-JÄRJESTELMÄÄN

Käynnistys Profiili

Nimi: TYÖMÄÄRÄIMET EDM-JÄRJESTELMÄÄN

Kuvaus: Lähetää työmääräimet EDM-järjestelmään

Heti Kerran tiettyä aikana Aina aikavälin jälkeen Aina tiettyä aikana

Käynnistä

Valittu arvo :

- 1. työmääräimet aim-järjestelmään.KÄYTTÖPAIKKA: ...
- 1. työmääräimet aim-järjestelmään.LIITTYMÄ: ...
- 1. työmääräimet aim-järjestelmään.MUUNTOPIIRI: ...
- 1. työmääräimet aim-järjestelmään.LUKULISTA: ...
- 1. työmääräimet aim-järjestelmään.HALUTTU ASENNUSPÄIVÄ: ...
- 1. työmääräimet aim-järjestelmään.KÄYTTÖPAIKKATUNNUS ALKU(...): ...
- 1. työmääräimet aim-järjestelmään.KÄYTTÖPAIKKATUNNUS LOPPU(...): ...
- 1. työmääräimet aim-järjestelmään.TIEDOSTONIMI(...): ...
- 1. työmääräimet aim-järjestelmään.VIE TYÖMÄÄRÄIN AVOIMEEN RAJAPIINTAAN: ☐
- 1. työmääräimet aim-järjestelmään.TYÖN TYYPPI: ...
- 1. työmääräimet aim-järjestelmään.TYÖN LISÄTIEDOT: ...
- 1. työmääräimet aim-järjestelmään.URAKOITSIJA: ...
- *2. ellarex avoin rajapinta kirjoitus.KOHDE: ELLAEDM
- 2. ellarex avoin rajapinta kirjoitus.KÄYTTÖPAIKKATUNNUS: ...
- 2. ellarex avoin rajapinta kirjoitus.TIEDOSTONIMI(...): ...
- 2. ellarex avoin rajapinta kirjoitus.MUODOSTA PÄÄTTYNEET TIEDOT: ☐
- 2. ellarex avoin rajapinta kirjoitus.MUODOSTA VOIMASSA OLEVAT TIEDOT: ☐
- 2. ellarex avoin rajapinta kirjoitus.MUODOSTA TULEVAISUUDESSA ALKAVAT TIEDOT: ☐
- 2. ellarex avoin rajapinta kirjoitus.ASIKASTUNNUS: ...
- 2. ellarex avoin rajapinta kirjoitus.ELEMENTTI - KÄYTTÖPAIKKA: ☐
- 2. ellarex avoin rajapinta kirjoitus.ELEMENTTI - KÄYTTÖPAIKAN MITTAROINTI: ☐
- 2. ellarex avoin rajapinta kirjoitus.ELEMENTTI - SOPIMUS: ☐
- 2. ellarex avoin rajapinta kirjoitus.ELEMENTTI - KÄYTTÖPAIKAN VUOSIKULUTUSARVIO: ☐
- 2. ellarex avoin rajapinta kirjoitus.ELEMENTTI - KÄYTTÖPAIKAN MYyjÄTIETO: ☐
- 2. ellarex avoin rajapinta kirjoitus.ELEMENTTI - TAPAHTUMALUENTAPYYNTÖ: ☐
- 2. ellarex avoin rajapinta kirjoitus.ELEMENTTI - SOPIMUSHINNAT: ☐
- 2. ellarex avoin rajapinta kirjoitus.ELEMENTTI - MITTARILUKEMAT: ☐
- 2. ellarex avoin rajapinta kirjoitus.ELEMENTTI - KÄYTTÖPAIKAN ASIAKAS: ☐
- 2. ellarex avoin rajapinta kirjoitus.ELEMENTTI - TYÖMÄÄRÄIMET: ☐
- 2. ellarex avoin rajapinta kirjoitus.ELEMENTTI - ASIAKAS: ☐

Kuva 24. Eräajon käsittely -ikkuna.

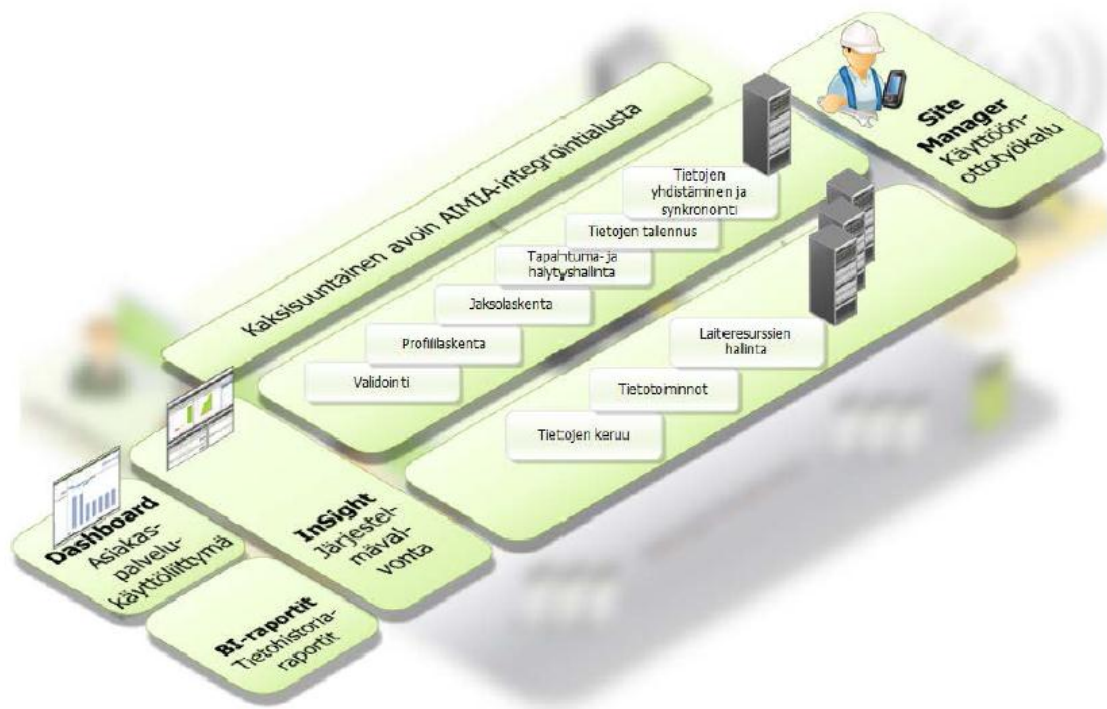
Eräajojen ajastaminen tapahtuu *käynnistys* -välilehdellä. Eräajot voidaan suorittaa heti tai sopivana ajankohtana. Valittavia vaihtoehtoja on *heti*, *kerran tiettyä aikana*, *aina aikavälin jälkeen* ja *aina tiettyä aikana*. Kun käytetään *heti* -välilehteä, eräajolle annetaan *parametrit* ja *käynnistetään ajo*. Ajo käynnistyy painamalla *käynnistä* -nappia. Eräajo suoritetaan heti. *Kerran tiettyä aikana* -välilehteä käytettäessä, voidaan eräajo ajastaa alkamaan tiettyä aikana vain yhden kerran. Ajolle annetaan päivämäärä ja aika jolloin se ajetaan. Aika annetaan muodossa (hh:mm). *Aina aikavälin jälkeen* -välilehteä käytettäessä, ajastetaan eräajo tietyn aikavälin jälkeen toistuvaksi. Ajolle annetaan *päivät*, *tunnit* ja *minuutit* tai valitaan haluttu aikaväli *listasta*. *Aina tiettyä aikana* -välilehdellä, ajastetaan eräajo tiettyä aikana tapahtuvaksi. Ajon aika määrittelyt haetaan kolmipistehaulla, jossa määritellään *kuukaudet*, *päivät*, *viikontpäivät*, *tunnit* ja *minuutit*. Kolmipistehausta avautuu ikkuna, josta valitaan esim. *halutut kuukaudet*. Eräajon ajastaminen kuukauden loppuun voidaan tehdä seuraavasti: *asetä kuukaudet* -

ikkunassa, valitaan *kaikki kuukaudet*, tämän jälkeen *aseta päivät kuukaudessa* -ikkunassa valinta kohtaan 31. (Empower Oy 2013, 783 - 784.)

8.2 AIM

Automaattiseen mittarinlukuun Kemin Energia Oy käyttää AIM-järjestelmää. AIM-järjestelmällä hallitaan etäluettavien AMR-mittareiden mittaamia kulutustietoja. Järjestelmällä on Ellarexin ja EllaEDM:n kanssa yhteinen rajapinta, josta eräajolla saadaan esim. kulutustiedot kyseisiin järjestelmiin ja työmääräimet mittarin vaihtotyön yhteydessä. Järjestelmään kuuluu tietojärjestelmän lisäksi energianmittaukseen ja tiedonsiirtoon käytetyt laitteet keskittimet, toistimet ja mittarit. Järjestelmän toimittaa Landis+Gyr.

Gridstream AIM mittaustietojenhallintajärjestelmä (AMM) sisältää mittaustietojen automaattisen luennan sekä mittaustiedonhallinnan (kuva 25). Järjestelmässä on kaksi käyttöliittymää Device Management ja AMR-sovellusmoduulit. AIMIA-työkalua käytetään järjestelmien integrointiin. Device Management:llä hoidetaan laitteiden hallinta ja käyttö sekä mittareiden luennan ajastus. Tällä sovelluksella voidaan tehdä mm. päätteiden liittäminen mittauspisteisiin ja lukea kulutusarvoja päätteiltä. (Landis+Gyr 2012a, 12; Landis+Gyr 2012b, 9.)



Kuva 25. AIM-järjestelmän toiminnot. (Landis+Gyr 2012b, 9.)

AMR-sovellusmoduuleilla pystytään keräämään ja tallentamaan järjestelmään liitettyjen laitteiden mittaustietoja. Käyttöliittymämoduuleilla pystytään tekemään mm. luenta ja raportointi ja tiedonsiirto, nämä moduulit ovat yhteydessä AMR-tietokantaan.

8.2.1 Site Manager

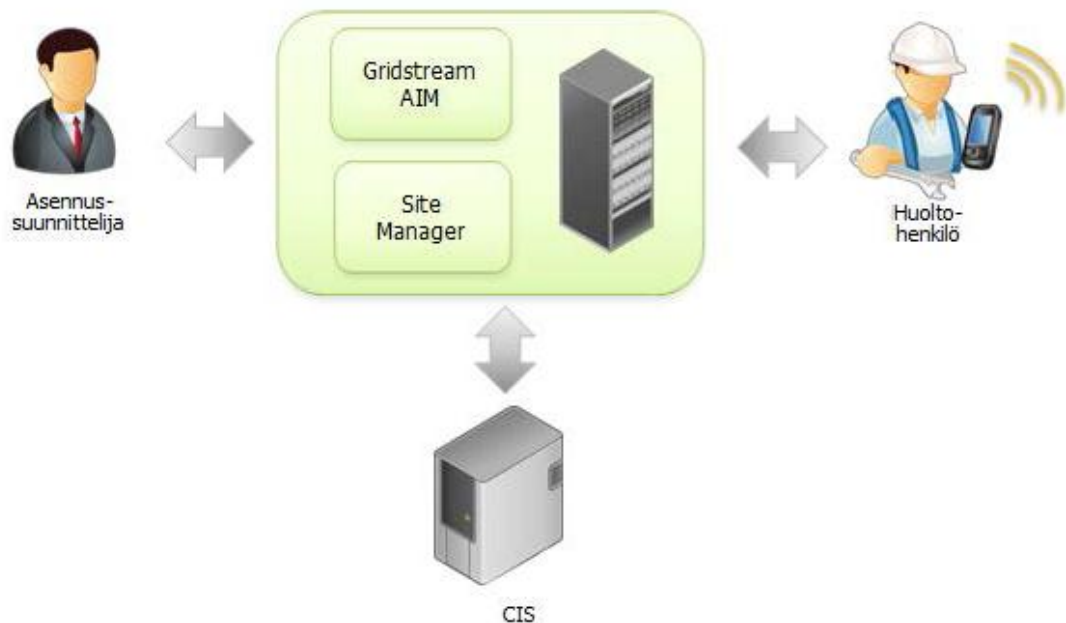
Site Manageria käytetään suunnittelu- ja tiedonkeruutyökaluna. Se on tarkoitettu mittareiden asennusten ja huollon hallintaan. Tiedonsiirtoon käytettävät yhteydet ovat suojattu. Sovelluksen työkaluilla voidaan siirtää asennuksen tiedot suoraan järjestelmään asennuspaikalta. Myös henkilöstön toimintaa, työmääräyksiä ja työlistoja voidaan hallita ja aikatauluttaa. Sovellus sisältää kaksi käyttöliittymää Site Manager UI, jota käytetään asennusten määritykseen ja Site Service, jolla PDA-laitteen avulla asennushenkilöt suorittavat työmääräimet. Site Managerin avulla asennustyön hallinnointi on helpompaa ja tehokkaampaa. Asennustietojen käsittely vähentää kirjoitusvirheitä, koska tunnistetiedot voidaan lukea viivakoodista, sekä nopeuttaa mittalaitteiden vientiä järjestelmään. (Landis+Gyr 2012b, 5.)

Site Manager:ssa on laaja asennustyyppien valikoima johtuen useiden eri mittauslaitteiden käytöstä. Työmääräimiä tuetaan myös muille kuin asennustoille, koska järjestelmän

ylläpito on tärkeää. Tällaisia työmääräimiä ovat mm. mittareiden luenta sekä lisävarusteiden kuten antennin asennus. Asennustyyppijä on seuraavanlaisia: laitteen asennus, laitteen poisto ja manuaalinen luenta. Asennustyyppit helpottavat asennustyötä ja takaavat tietojen käsittelyn automaattisesti. Uuden esim. keskittimen asennus saadaan lisättyä topologiaan automaattisesti. Mittarit saadaan tietojen onnistuneen käsittelyn jälkeen heti automaattiseen mittariluentaan. Site Manager tukee mm. seuraavia laitteita: mittareista E120-sarja, ET10, E650, E850. Keskittimistä EMPC100(i). Toistimista ERE2. (Landis+Gyr 2012b, 7 - 8.)

Työnkulku

Site Manager:n integraatiolla on rajapinta asiakastietojärjestelmän (CIS) kanssa (kuva 26).



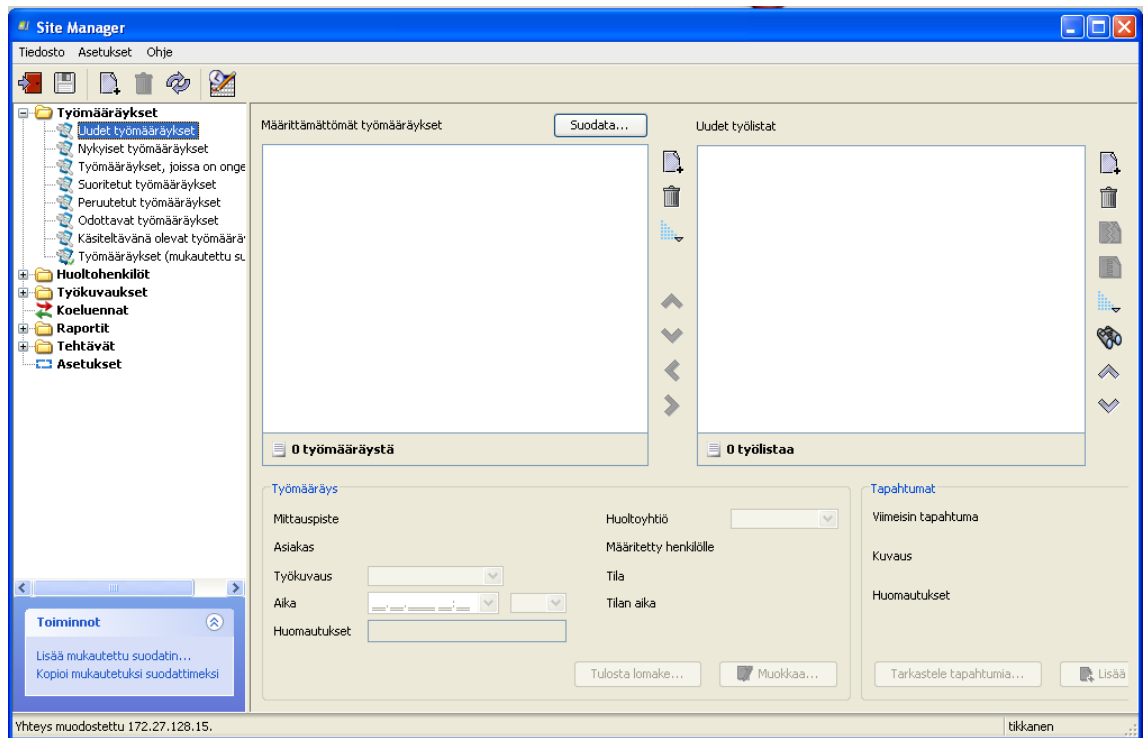
Kuva 26. Site Manager -sovelluksen toiminta. (Landis+Gyr 2012b, 11.)

Käyttöönoton yhteydessä määritellään järjestelmälle huoltohenkilöt ja annetaan niille käyttöoikeudet. Asennussuunnittelija tekee työkuvaukset, jokaiselle asennustyyppille on oltava oma kuvaus. Kuitenkin työmääräimissä käytössä voi olla samat kuvaukset. Vaihdo prosessi alkaa työmääräimien tuonnilla järjestelmään. Tiedot tuodaan EllaEDM -järjestelmästä. Työmääräimiä voidaan lisätä myös manuaalisesti. Site Managerin avulla pystytään tarkastelemaan työmääräyksiä. Työmääräin tehdään jokaiselle kohteelle erik-

seen ja se sisältää tiedot tehtävästä, kohteesta ja suoritusajankohdasta. (Landis+Gyr 2012b, 11 - 12.)

Asentaja ottaa yhteyden AIM-järjestelmään PDA-laitteella ja lataa tehdyt työlistat laitteeseen. Työlistoja voi tarkastella laitteen avulla ja asennustöitä voi alkaa suorittamaan. Laitteelle syötetään vaihtotyön aikana tarvittavat tiedot mittareista. Työlistoja pystyy synkronoimaan AIM-järjestelmän kanssa tai lähettämään tiedot järjestelmään. Järjestelmä käsittelee tiedot ja tallentaa ne tietokantaan. Tiedot, jotka koskevat AMR-järjestelmää, välitetään myös AMR-tietokantaan. Järjestelmä luo jaksomittauksia ja mitauskytkentöjä sekä lisää laitteet topologiaan tarvittaessa, tietojen käsittelyn aikana. Site Managerista pystyy tarkistamaan onko työmääräin suoritettu ilman virheitä. AIMIA-järjestelmä vie valmistuneen työmääräimen ulkoisiin järjestelmiin esim. Ellarex:in. PDA-laitteella käytettävä Site Service -sovellus käyttää tiedonsiirrossa AIM-järjestelmään suojattua GSM/GPRS-tiedonsiirtoa. Työlistojen lähetys onnistuu täten myös kentälle. Sekä työlistojen synkronointi ja lähetys järjestelmään voidaan suorittaa asennuspaikalta. Jos yhteyttä ei jostain syystä järjestelmään saada, jää syötetyt tiedot PDA-laitteen muistiin, myöhempää lähetystä varten. Laitteen ja järjestelmän välinen tiedonsiirto on toteutettu pakettimuotoisena, joka takaa nopean yhteyden. Site Service ottaa varmuuskopiot kaikista PDA-laitteen tiedostoista. Tällä taataan vähäinen tiedostojen katoamisen riski. Varmuuskopiot otetaan aina, kun Site Manageriin saadaan muodostettua yhteys.

Site Manageria pystyy käyttämään, myös tietokoneella AIM-ohjelmistolla. Moduuli löytyy *tietojen siirto* -välilehden alta, josta sen saa avattua klikkaamalla *Site Manager* painiketta (kuva 27).



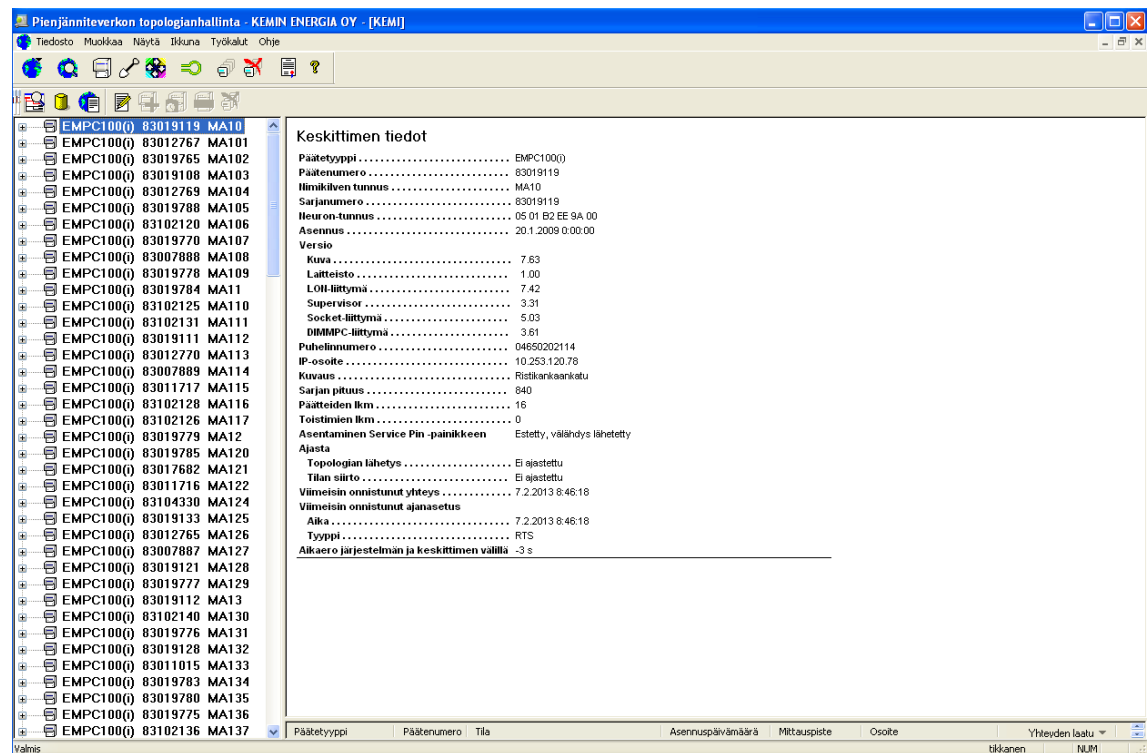
Kuva 27. Site Manager -ikkuna.

Täällä pystytään tekemää esim. yksittäisiä vaihtotoita, joita ei ole viety työlisterillä PDA-laitteelle. Lisäksi täällä voi käsitellä työmääräimet, joissa on ilmennyt ongelmia vaihtotyön yhteydessä. Kun työmääräimet Ellarex:sta ajetaan EllaEDM-järjestelmään, siirtyy ne rajapinnan kautta AIM:n. Uudet työmääräimet näkyvät vasemmanpuoleisessa ikkunassa. Uusi työlisteri voidaan tehdä täällä ja siirtää Ellarex:sta tuodut työmääräimet listalle. Työlisteri voidaan ladata PDA -laitteelle, joka on asentajan mukana asennustyön ajan. PDA -laite helpottaa asennustyötä vähentämällä käsin syötetyn tiedon määrää.

Suoritettaessa yksittäistä työmääräintä, saadaan se auki tuplaklikkaamalla. Avautuu *työmääräimen käsittely* -ikkuna. Ikkuna avautuu *työmääräys* -välilehdelle, jossa näkyy kohteen perustiedot. *Huoltotiedot* -välilehdelle syötetään *uudenmittarin numero* sille varattuun kenttään. Välilehdellä tulee olla muuntoasema ja keskitin tieto, jotka tulevat työmääräimen lähetyksen yhteydessä Ellarex:sta. *Joustavat kentät ja laskurit* -välilehdelle annetaan *vanhan* ja *uuden mittarin lukemat*. Mittari siirtyy topologiaan, kun työmääräin on käsitelty, siellä tehtävät toimenpiteet on esitetty seuraavassa kappaleessa.

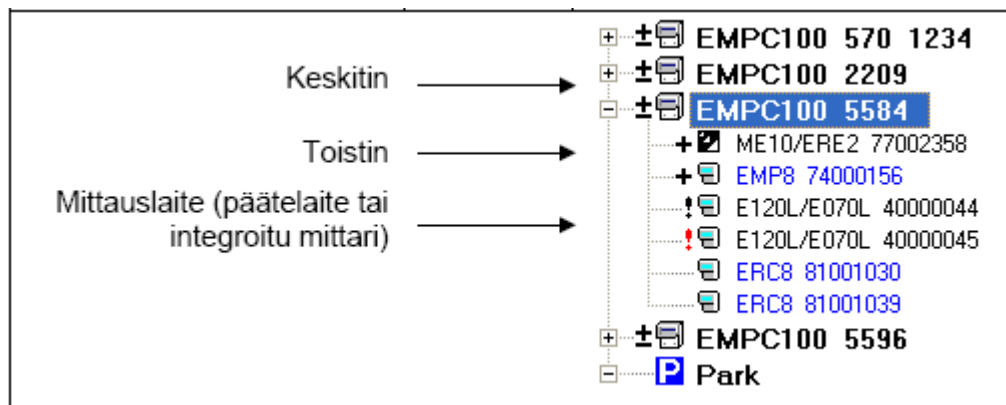
8.2.2 LV-topologia

Keskittimien, toistimien ja mittareiden tiedonsiirron hallintaa varten on laadittu *pienjänniteverkon topologianhallinta* -moduuli. Moduulin avulla voidaan lisätä laitteita topologiaan, kun ne viedään tietokantaan. Tämän jälkeen laitteita voidaan lukea ja käyttää erilaisiin töihin. *LV-topologianhallinta* -moduulin saa auki klikkaamalla AIM:n tietojen siirto ikkunassa *LV-topologiahallintaa*. Moduuli sisältää päätyökalurivin, josta hallitaan ja käytetään alueita, keskittimiä, pienjänniteverkon topologiatöitä ym. Alue haetaan painamalla vasemmanpuoleisesta *maapallon* -kuvakkeesta, avautuu ikkuna, jolla voidaan hallita EMPC100(i)-keskittimiä (kuva 28).



Kuva 28. Topologian alue.

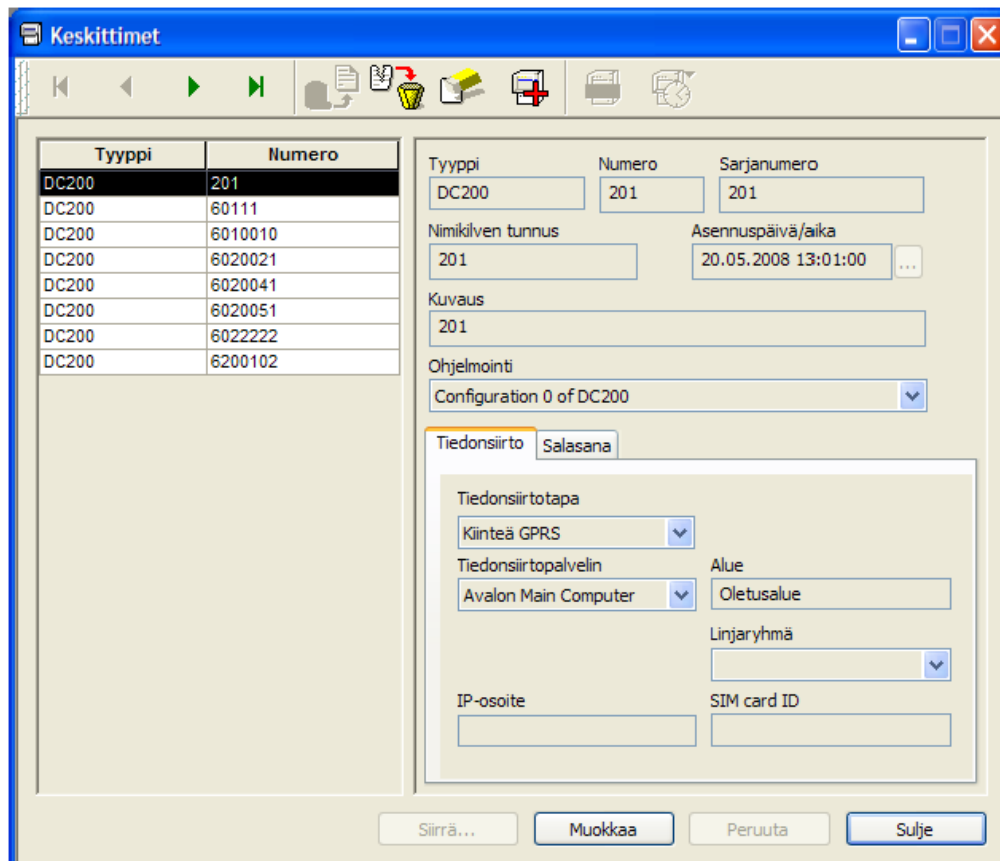
Sarakkeessa vasemmalla on esitetty alueen topologiaapu. Oikealla oleva sarake näyttää valittuna olevan laitteen tiedot esim. keskittimen. Alueen työkalurivillä voidaan hallita mm. alueen tietoja, päivittää ikkuna, lisätä keskitin ym. Topologiaapuussa näkyy kaikki alueen keskittimet (kuva 29). Klikkaamalla *keskittimen auki* näkyy kaikki keskittimen alle asennetut toistimet ja mittarit. Laitteen tiedot saadaan näkyville klikkaamalla se aktiiviseksi. *Laitteen tieto* -ikkuna avautuu oikeanpuoleiseen sarakkeeseen. Muokkaus valikon saa auki, klikkaamalla hiiren *oikeanpuoleista näppäintä* keskittimen päällä.



Kuva 29. Topologiapuu. (Landis+Gyr 2012a, 182.)

Topologiapuussa mustana olevat keskittimet ovat määritelty topologiaan. Jos keskitin, on harmaana, ei sen tietoja ole vielä tuotu topologiaan. Kun keskittimen alle asennetaan esim. uusi mittari, tulee keskittimelle lähettää topologia. Topologiapuussa näistä ilmoitetaan seuraavilla symboleilla: ! = keskittimelle pitää tehdä tilan siirto tai topologian lataus. ± = keskittimen alle on asennettu uusia laitteita. + = uusi mittari tai toistin. (Landis+Gyr 2012a, 182 - 183.)

Uusien EMPC100(i)-päätteiden käyttöönoton yhteydessä, tulee niiden tiedot viedä AIM-järjestelmään. Keskittimien tiedot määritellään *LV-topologiahallinta* -moduulissa. Määriteltäessä keskitintä, syötetään tiedot tarvittaviin välilehtiin vasemmalta oikealle. Keskitin lisätään painamalla *lisää uusi* -työkalua ja valitaan sen *tyyppi* (kuva 30). Tietoja voi muokata valitsemalla keskittimen ja painamalla sitten *muokkaa* -painiketta. (Landis+Gyr 2012a, 186 - 187.)



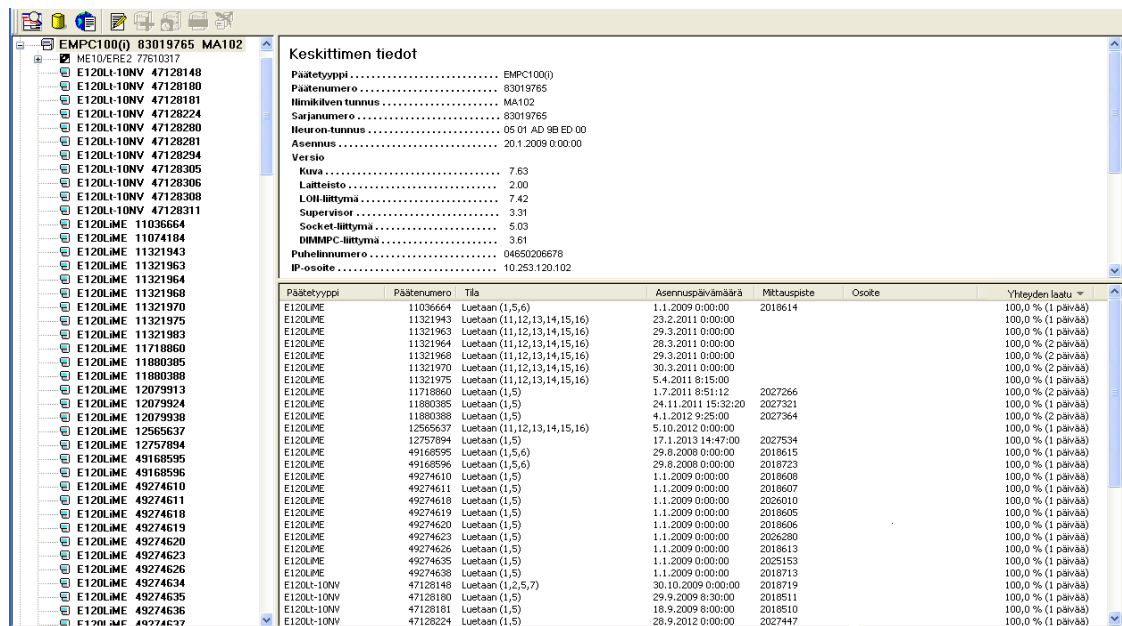
Kuva 30. Keskittimen lisäys. (Landis+Gyr 2012a, 187.)

Päätteen tiedot syötetään ikkunan yläosaan. Syötettävät tiedot ovat *päätteen numero*, *asennuspäivä*, *lyhyt kuvaus laitteesta* ja *keskittimen ohjelma* sekä tarvittaessa *kilpituus* ja *sarjanumero*. Ohjelmaksi valitaan 1 kun käytetään EMPC100-protokollaa. *Tiedonsiirto* -välilehdellä valitaan tiedonsiirtotapa. Valittavana on mm. *GSM/PSTN*, *LAN*, *Kiinteä GPRS* ja *IP-yhteys*. Välilehden tietokentät vaihtelevat käytettävän yhteyden mukaan. Täytettäviä tietoja voi olla *tiedonsiirtopalvelin*, *IP-osoite*, *alue* ja *GPRS-tiedonsiirtoprofiili*. Kemin Energialla on keskittimillä käytössä kiinteä GPRS-yhteys.

Salasana -välilehdellä annetaan *salasana* ja *käyttäjätunnus*, joilla pystytään hallitsemaan keskitintä. Salasanan avulla keskitin todentaa yhteyden, siirtää mittaustiedot järjestelmään ja järjestelmä lähettää ohjauskomentoja keskittimelle. Tiedot tallennetaan *käytä* -painikkeella. *Lue versio* -työkalulla keskittimen tiedot päivitetään järjestelmään. (Landis+Gyr 2012a, 188.)

Topologian lähettäminen keskittimeen (EMPC100) tehdään avaamalla *alue*, *avaa alue* -työkalulla. Painetaan *muokkaa* tila päälle *muokkaus* -painikkeesta. Painetaan keskittimen päällä hiiren *oikeaa* ja valitaan valikosta *yhdistä*. Jos keskittimen alle on asennettu

laitteita, jotka eivät ole topologiassa, täytyy topologia hakea *hae topologia* -työkalulla. Kun keskittimen alle on asennettu uusia mittareita, avataan keskittimen valikko hiiren *oikealla* ja valitaan *lähetä topologia*. Topologian voi lähettää heti, tai asettaa sille halutun ajan, jolloin se lähetetään. Keskittimen alle asennettujen mittareiden tila tulee tarvittaessa vaihtaa. Mitatreille tulee valita luettavat rekisterit, valikosta *luetaan*. Luettavat rekisterit esim. *yleissähköllä 1 ja 5*. Oletus asetuksena on, *luetaan, ei sarjarekistereitä*. Keskittimien alla olevien mittareiden rekisterit, mittauspiste, osoite ja kuuluvuus tiedot voidaan tarkistaa avaamalla keskittinpuu. Tiedot tulevat näkyviin oikeanpuoleiseen alaikkunaan (kuva 31).



Keskittimen tiedot

EMPC1000 83019765 MA102

Päätettyyppi EMPC1000
Päätenumero 83019765
Himikilven tunnus MA102
Sarjanumero 83019765
Neuron-tunnus 05 01 AD 0B ED 00
Asennus 20.1.2009 0:00:00

Versio 7.63
Kuva 2.00
Laitteisto 7.42
LOH-liittymä 3.31
Supervisor 5.03
Socket-liittymä 3.61
DIMMPC-liittymä 04650206678
Puhelinnumero 10.253.120.102

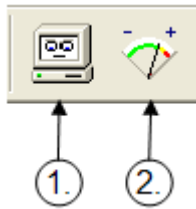
Päätettyyppi	Päätenumero	Tila	Asennuspäivämäärä	Mittauspiste	Osoite	Yhteyden laatu
E120LME	11036664	Luetaan (1,5,6)	1.1.2009 0:00:00	2018614		100,0 % (1 päivää)
E120LME	11321943	Luetaan (11,12,13,14,15,16)	23.2.2011 0:00:00			100,0 % (1 päivää)
E120LME	11321963	Luetaan (11,12,13,14,15,16)	29.3.2011 0:00:00			100,0 % (1 päivää)
E120LME	11321964	Luetaan (11,12,13,14,15,16)	28.3.2011 0:00:00			100,0 % (2 päivää)
E120LME	11321968	Luetaan (11,12,13,14,15,16)	29.3.2011 0:00:00			100,0 % (2 päivää)
E120LME	11321970	Luetaan (11,12,13,14,15,16)	30.3.2011 0:00:00			100,0 % (2 päivää)
E120LME	11321975	Luetaan (11,12,13,14,15,16)	5.4.2011 8:15:00			100,0 % (1 päivää)
E120LME	11718860	Luetaan (1,5)	1.7.2011 8:51:12	2027266		100,0 % (2 päivää)
E120LME	11880385	Luetaan (1,5)	24.11.2011 15:32:20	2027321		100,0 % (1 päivää)
E120LME	11880388	Luetaan (1,5)	4.1.2012 9:25:00	2027364		100,0 % (2 päivää)
E120LME	12565637	Luetaan (11,12,13,14,15,16)	5.10.2012 0:00:00			100,0 % (1 päivää)
E120LME	12757894	Luetaan (1,5)	17.1.2013 14:47:00	2027534		100,0 % (1 päivää)
E120LME	49168595	Luetaan (1,5,6)	29.8.2008 0:00:00	2018615		100,0 % (1 päivää)
E120LME	49168596	Luetaan (1,5,6)	29.8.2008 0:00:00	2018723		100,0 % (1 päivää)
E120LME	49274610	Luetaan (1,5)	1.1.2009 0:00:00	2018606		100,0 % (1 päivää)
E120LME	49274611	Luetaan (1,5)	1.1.2009 0:00:00	2018607		100,0 % (1 päivää)
E120LME	49274618	Luetaan (1,5)	1.1.2009 0:00:00	2026010		100,0 % (1 päivää)
E120LME	49274619	Luetaan (1,5)	1.1.2009 0:00:00	2018605		100,0 % (1 päivää)
E120LME	49274620	Luetaan (1,5)	1.1.2009 0:00:00	2018606		100,0 % (1 päivää)
E120LME	49274623	Luetaan (1,5)	1.1.2009 0:00:00	2026280		100,0 % (1 päivää)
E120LME	49274626	Luetaan (1,5)	1.1.2009 0:00:00	2018613		100,0 % (1 päivää)
E120LME	49274635	Luetaan (1,5)	1.1.2009 0:00:00	2025153		100,0 % (1 päivää)
E120LME	49274638	Luetaan (1,5)	1.1.2009 0:00:00	2018713		100,0 % (1 päivää)
E120L-10NV	47128148	Luetaan (1,2,5,7)	30.10.2009 0:00:00	2018719		100,0 % (1 päivää)
E120L-10NV	47128180	Luetaan (1,5)	29.9.2009 8:30:00	2018511		100,0 % (1 päivää)
E120L-10NV	47128181	Luetaan (1,5)	18.9.2009 8:00:00	2018510		100,0 % (1 päivää)
E120L-10NV	47128224	Luetaan (1,5)	28.9.2012 0:00:00	2027447		100,0 % (1 päivää)

Kuva 31. Laitteiden tietojen tarkistaminen.

Kun keskittimen alueella tehdään muutoksia laitteeseen/laitteisiin, tulee siitä antaa tieto keskittimille. Tilansiirron voi tehdä yksittäiseen tai kaikkiin keskittimiin samanaikaisesti. Samanaikaisesti tehtävä tilansiirto voidaan tehdä *määritä siirtoaikataulu* työkalulla.

8.2.3 Käyttö

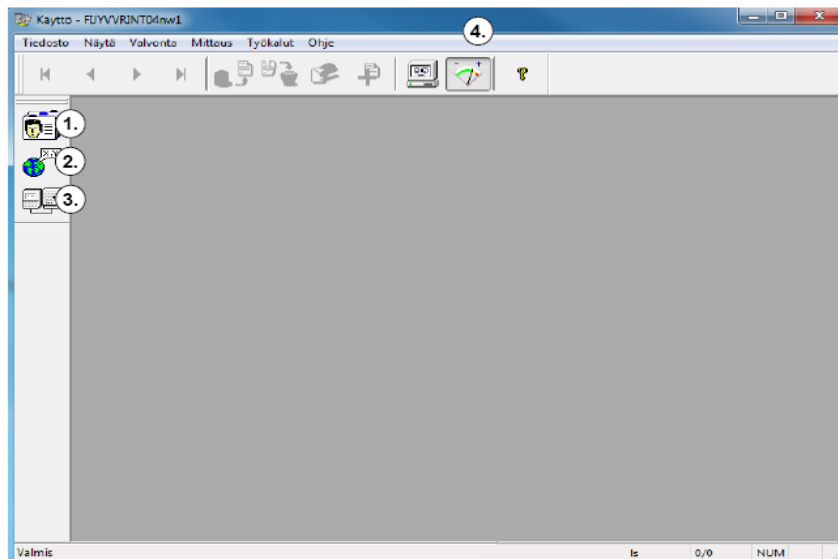
Käyttö -moduulissa hallitaan kahta moduulia *mittaus* ja *valvonta*. Molemmilla moduuleilla on omat työkalurivit. Työkalurivit saadaan näkymään ja piiloon *käyttö*-työkalurivin painikkeilla (kuva 32). Painikkeet ovat: 1 = valvonta ja 2 = mittaus. *Mittaus* -moduulissa hallitaan asiakkaita ja mittauspisteitä. *Valvonta* -moduulissa hallitaan järjestelmän toimintaa *työ-* ja *hälytyslokin* avulla.



Kuva 32. Käyttö -työkalurivin painikkeet. (Landis+Gyr 2012a, 50.)

Mittaus

Mittaustyökalun saa auki, avaamalla *käyttö* -moduulin ja painamalla *mittaus* -työkalua. Ikkunan vasempaan reunaan aukeaa työkalurivi (kuva 33). Työkalurivin painikkeet ovat: 1 = asiakkaat, 2 = mittauspisteet, 3 = päätteet ja 4 = mittaus.

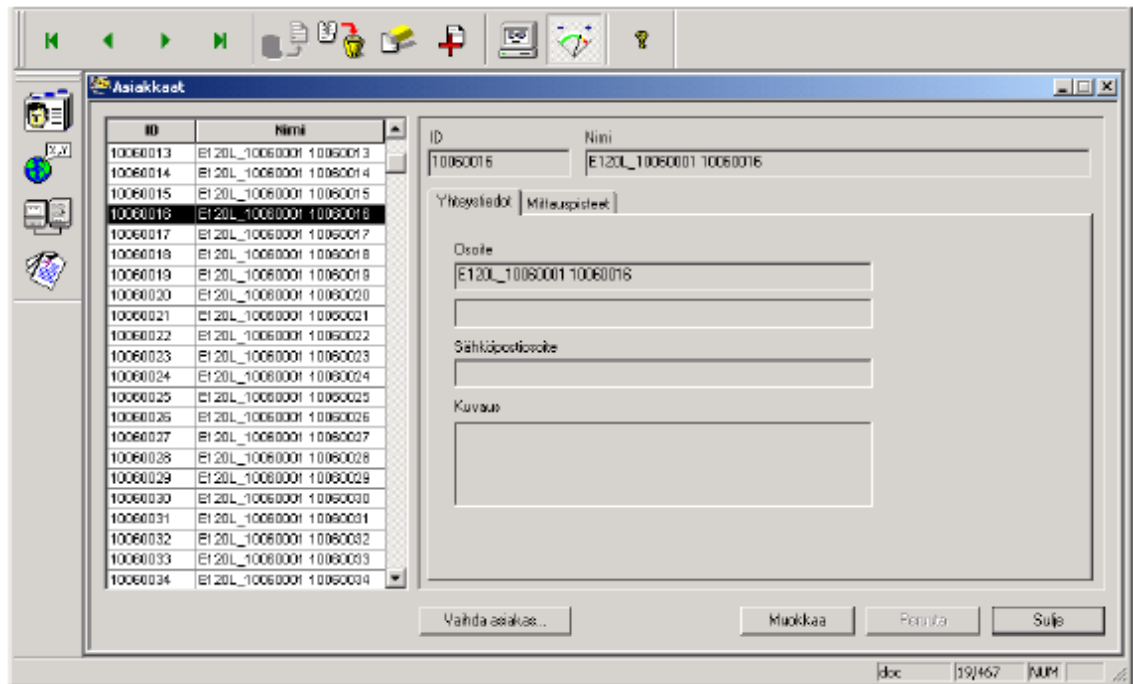


Kuva 33. Mittaustyökalurivi. (Landis+Gyr 2012a, 51.)

Mittaustyökalulla voidaan luoda mittauspisteitä ja kytkeä asiakkaita mittauspisteisiin. Asiakas voi olla kytkettynä useaan mittauspisteeseen ja mittauspiste useaan mittauspäätetuloon. Mittauspääte voi olla kytkettynä useaan mittariin. Mittauskytkentää luotaessa tulee olla valmiina asiakas, mittauspiste ja päätelaite. Mittauspistetiedolla yhdistetään asiakas mittariin, jos järjestelmässä käytetään asiakkaita. Jos järjestelmässä ei käytetä asiakastietoja, mittauspisteitä käytetään mittaustietojen tunnistukseen, AMR-järjestelmässä. Mittauspiste tieto on pakollinen. AIM-järjestelmässä käytettävissä päätelaitteissa on useita tuloja. Mittarin kytkentä päätelaitteen tuloon, saa aikaan yhteyden,

mittarin ja mittauspisteen välille, jonka avulla lukemat tulee oikealle käyttöpaikalle. (Landis+Gyr 2012a, 52.)

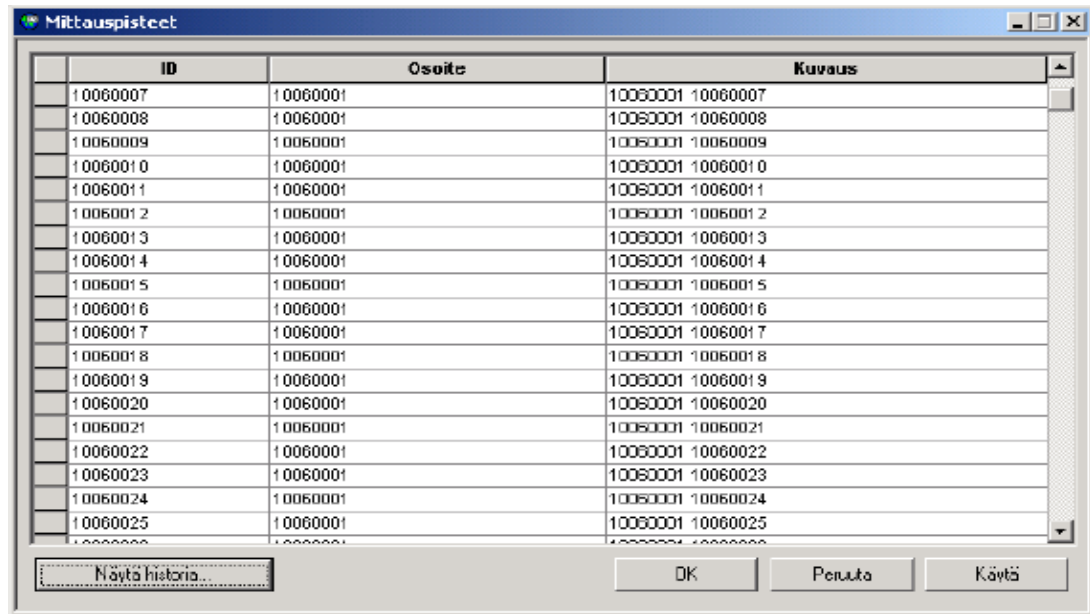
Asiakkaita voidaan luoda ja hallita *asiakkaat* -ikkunassa (kuva 34). Ikkunan saa auki painamalla työkalurivistä *asiakkaat* -painiketta. Ikkunan avautuessa luettelo on tyhjä asiakkaat saa näkyviin *hae* -painikkeella. Haun voi rajata käyttämällä haku parametreja. Parametrit voi syöttää *tunnus*- ja *nimi* -kenttiin.



Kuva 34. Asiakkaat -ikkuna. (Landis+Gyr 2012a, 53.)

Uuden asiakkaan saa luotua *lisää uusi* -painikkeella. Asiakkaalle annetaan *tunnus* sekä *nimi* ja muutokset tallennetaan *käytä* -painikkeella. Mittauspiste ja asiakas voidaan yhdistää *asiakkaat* -ikkunassa. Kun asiakkaat on haettu taulukkoon edellä mainituilla tavoilla, valitaan haluttu asiakas, joka halutaan liittää mittauspisteeseen. Aukaistaan *asiakas* -ikkunan, *mittauspisteet* -välilehti ja painetaan *muokkaa* tila päälle. Välilehdellä aktivoidaan *mittauspisteen tunnus* -sarake klikkaamalla. Mittauspisteet valitaan *nuoli* -painikkeella ja ne saadaan näkyville painamalla *näytä* -painiketta. Kun haluttu mittauspiste on löytynyt, valitaan se ja painetaan *valitse*. Kytkennälle pitää valita *voimassaolo alkaen* -sarakeeseen, *kytkentä päivä*. Muutokset tallennetaan *käytä* -painikkeella. Asiakkaita voidaan vaihtaa mittauspisteisiin ja mittauspisteitä voidaan siirtää toiselle asiakkaalle. *Käyttö* -moduulissa on näihin ohjeilla ohjatut toiminnot. (Landis+Gyr 2012, 54 - 55.)

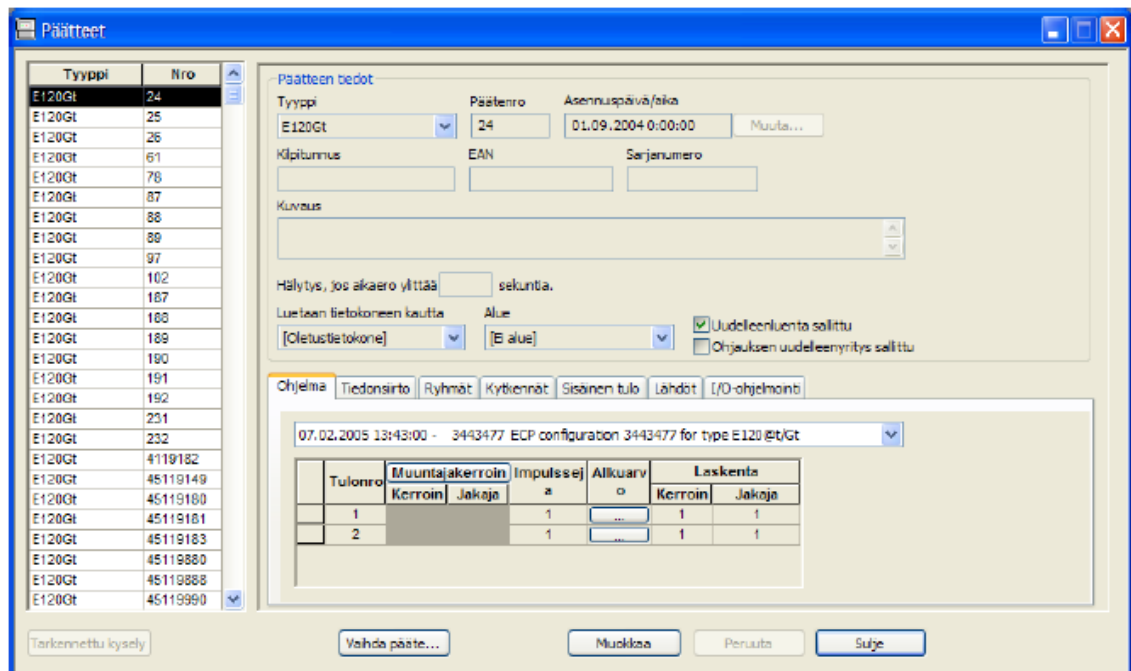
Mittauspisteiden käyttö ja hallinta tapahtuu *mittauspisteet* -ikkunassa (kuva 35). Ikkunan saa auki painamalla *mittauspisteet* -painiketta, työkalurivistä.



Kuva 35. Mittauspisteet -ikkuna. (Landis+Gyr 2012a, 57.)

Mittauspisteet saadaan näkyviin *hae* -työkalulla. Uuden mittauspisteen voi lisätä luettelon alimmaiselle tyhjälle riville. Riville tulee antaa *mittauspisteen tunnus* ja *osoite* tiedot. Muokkaus tapahtuu klikkaamalla rivi *aktiiviseksi* ja kirjoittamalla muutokset kenttiin. Mittauspisteen tunnusta ei kuitenkaan voi muuttaa. Mittauspisteiltä voi tarkastella niiden taustarekistereitä, mutta niihin ei voi tehdä muutoksia. Taustarekisterit saa auki *näytä historia* -painikkeella. Mittauspisteen poisto voidaan tehdä klikkaamalla *ID* -sarakeella haluttua pistettä ja painamalla *poista* -työkalua.

Päätteet -työkalulla voidaan ohjelmoida laitteiden kuten, keskittimien, toistimien ja mittareiden tietoja. Ohjelmointi töitä ovat esim. *mittauskytkentätiedot* ja *laitteen vaihto*. Ikkunan saa auki painamalla *päätteet* -kuvaketta. Päätteitä voidaan hakea *tarkennettu kysely* -painikkeella, jossa päätettä voi hakea esim. päätteenumeron mukaan. Kaikki päätteet saa näkyville *hae* -painikkeella (kuva 36). Hakua voidaan rajata parametreilla esim. tyyppi-, päättenumero- ja sarjanumero-kentillä. Luettelo mittareista tulee vasemalla olevaan taulukkoon. (Landis+Gyr 2012a, 59.)



Kuva 36. Päätteet -ikkuna. (Landis+Gyr 2012a, 59.)

Ohjelmointitieto tulee järjestelmään ladattavasta tiedostosta. Ohjelmointia voi tarvittaessa muokata. Laitteella voi olla vain yksi ohjelmointi käytössä, mutta AMR-tietokannassa ohjelmointeja voi olla useita. Kun ohjelmointia halutaan muokata, valitaan laite, jonka ohjelmointia muutetaan. Mennään *ohjelmointi* välilehdelle, jossa valitaan ohjelmointi pudotusvalikosta. Ohjelmointia voidaan myös itse muokata, jolloin ohjelman parametrit täytyy itse antaa. Suositeltavaa on kuitenkin käyttää mittarin mukana tulevia ohjelmia. Ohjelmointia voi joutua käyttämään erityistapauksissa, joissa mittarilla ei ole ohjelmoitua ohjelmaa.

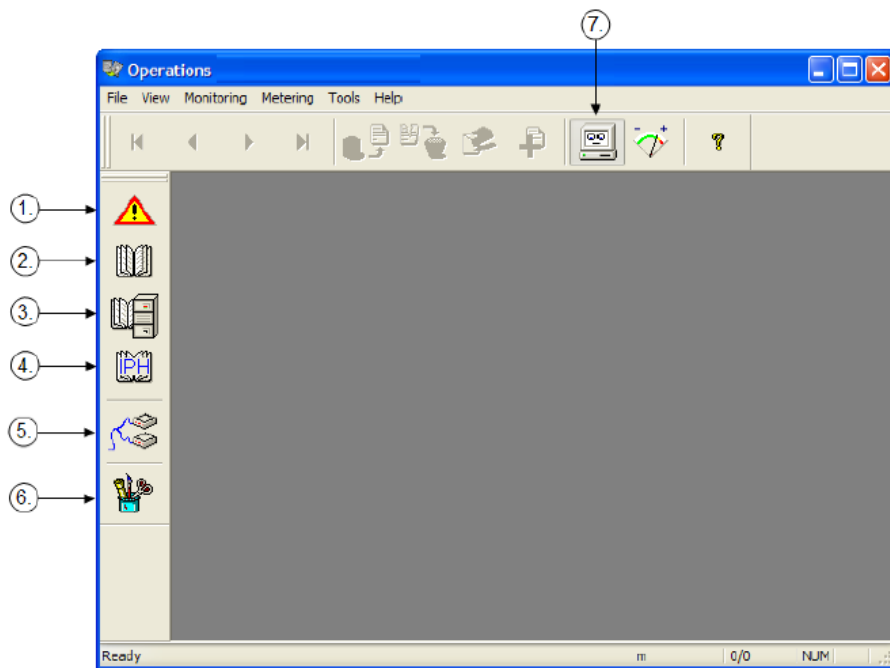
Uusi ohjelmointi tehdään valitsemalla pääte ja avaamalla sen *ohjelmointi* -välilehti. Muokkaa tila päälle ja painetaan *uusi* -painiketta. Aukeavaan ikkunaan annetaan *voimaantulopäivämäärä* ja *-aika*. Jakajat ja kertoimet voidaan kopioida vanhasta ohjelmasta. Tallennus *käytä* -painikkeella, tämän jälkeen ohjelmointi näkyy pudotusvalikossa. Ohjelmoinnin poistossa valitaan *pääte* ja sen *ohjelmointi* -välilehti. Poistettava ohjelmointi valitaan pudotusvalikosta ja laitetaan muokkaa tila päälle ja painetaan *poista*. Tallennus *käytä* -painikkeella, jonka jälkeen ohjelmointi on pysyvästi poistettu järjestelmästä. Ohjelmointia ei voi poistaa jos laitteessa on vain yksi ohjelmointi. (Landis+Gyr 2012a, 69 - 70.)

Päätteet -työkalulla voi myös kytkeä laitteita mittauspisteisiin. Haku tehdään samoin kuin edellisissä. Valitaan haluttu laite, laitteen tiedot tulevat näkyviin oikeanpuoleiseen

ikkunaan. *Muokkaa* tila päälle ja siirrytään *kytkennät* -välilehdelle. Valitaan *tulo* ja annetaan sille *mittauspiste* (käyttöpaikka). Kytkennässä on annettava vielä *mittarintyyppi* ja *voimassaolo alkaa päivämäärä* ja *aika*. Tallennetaan *käytä* -painikkeella. Keskittimien ja toistimien *kytkentä* tehdään hakemalla haluttu laite ja valitsemalla se *aktiiviseksi*. *Muokkaa* tila päälle ja siirrytään *mittauspiste* -välilehdelle. Välilehdellä syötetään *mittauspisteentunnustieto*, joka kertoo mihin laite on kytketty sekä *voimassaolo alkaa päivämäärä* ja *aika*. Laitteella voi olla vain yksi kytkentä kerrallaan, joten jos laitteella oli aikaisemmin kytkentä uusi kytkentä korvaa sen. (Landis+Gyr 2012a, 70 - 71.)

Valvonta

Valvontatyökalun saa auki avaamalla *käyttö* -moduulin ja painamalla *valvonta* -työkalua. Ikkunan vasempaan reunaan aukeaa työkalurivi (kuva 37). Työkalurivin painikkeet ovat: 1 = hälytysloki, 2 = työloki, 3 = ala-asemaloki, 4 = IP handler -lokitiedot, 5 = Linjan tila, 6 = tulostusmedia ja 7 = valvontatyökalu.



Kuva 37. Valvontatyökalu. (Landis+Gyr 2012a, 93.)

Järjestelmän toimintaa valvotaan hälytyslokillä. Kaikki järjestelmän hälytykset tallennetaan tietokannan lokiin. *Hälytysloki* -ikkunan saa auki avaamalla *käyttömoduulin* ja painamalla *valvonta* -työkalua. Vasemmalle aukeavasta työkalurivistä painetaan *hälytysloki* -työkalua. *Hälytysloki* -ikkuna avautuu näytölle (kuva 38).

Hälytyslokki alkaen 12.06.2006, päättyen 14.06.2006

Päivä & Aika	Kuvaus	Kuittattu	Selitys
14.06.2006 14:09:10	Job no. 171560 (quality report) started at 2006.06.14 14:09:03 ended with failure at 2006.06.14 14:09:10.	<input checked="" type="checkbox"/>	
14.06.2006 14:09:02	Job no. 188925 (revised E120K) started at 2006.06.14 11:12:03 ended with failure at 2006.06.14 14:09:02.	<input checked="" type="checkbox"/>	
14.06.2006 13:38:04	Failed to start external job no. 121534 because previous run was still active. Check the job's schedule.	<input checked="" type="checkbox"/>	
14.06.2006 13:03:22	Job no. 171565 (brake3 re-reading series) started at 2006.06.14 13:00:03 ended with failure at 2006.06.14 13:03:22.	<input checked="" type="checkbox"/>	
14.06.2006 12:24:10	Job no. 47095 (non mv_Jariff_re-reading) started at 2006.06.14 12:23:02 ended with failure at 2006.06.14 12:24:10.	<input checked="" type="checkbox"/>	
14.06.2006 12:06:47	Job no. 77709 (MH30_re-read_Jariff) started at 2006.06.14 11:10:03 ended with failure at 2006.06.14 12:06:47.	<input checked="" type="checkbox"/>	
14.06.2006 12:06:43	Job no. 77710 (MH30 re-read-Jariff) started at 2006.06.14 11:20:03 ended with failure at 2006.06.14 12:06:43.	<input checked="" type="checkbox"/>	
14.06.2006 12:02:07	Job no. 173880 (IPConnect) started at 2006.06.14 12:02:01 ended with failure at 2006.06.14 12:02:07.	<input checked="" type="checkbox"/>	
14.06.2006 11:52:12	Job no. 118958 (hole tp) started at 2006.06.14 11:39:05 ended with failure at 2006.06.14 11:52:12.	<input checked="" type="checkbox"/>	
14.06.2006 11:23:48	Job no. 47095 (non mv_Jariff_re-reading) started at 2006.06.14 11:23:04 ended with failure at 2006.06.14 11:23:48.	<input checked="" type="checkbox"/>	
14.06.2006 11:05:40	Job no. 77700 (E120M task) started at 2006.06.14 11:01:03 ended with failure at 2006.06.14 11:05:40.	<input checked="" type="checkbox"/>	
14.06.2006 11:05:04	Job no. 188963 unit type E120LE970L no. 44230203: Active route not found.	<input checked="" type="checkbox"/>	
14.06.2006 11:05:04	Job no. 188963 unit type E120LE970L no. 44230201: Active route not found.	<input checked="" type="checkbox"/>	
14.06.2006 11:05:04	Job no. 188963 unit type EMP5 no. 74009159: Active route not found.	<input checked="" type="checkbox"/>	
14.06.2006 11:05:04	Job no. 188969 unit type E120LE970L no. 44230203: Active route not found.	<input checked="" type="checkbox"/>	
14.06.2006 11:05:04	Job no. 188969 unit type E120LE970L no. 44230201: Active route not found.	<input checked="" type="checkbox"/>	
14.06.2006 11:05:03	Job no. 188969 unit type EMP5 no. 74009159: Active route not found.	<input checked="" type="checkbox"/>	
14.06.2006 10:23:48	Job no. 47095 (non mv_Jariff_re-reading) started at 2006.06.14 10:23:02 ended with failure at 2006.06.14 10:23:48.	<input checked="" type="checkbox"/>	
14.06.2006 10:15:18	EMP5/74009157: Power cuts.	<input checked="" type="checkbox"/>	

Vinoksi päivitetty: 18.45.28

Aloita sarjakuittaus Asetukset Sulje

Kuva 38. Hälytysloki. (Landis+Gyr 2012a, 94.)

Järjestelmään tulleet hälytykset näkyy lokissa, punaisena olevat on kuittaamattomia ja mustat kuitattuja hälytyksiä. Hälytysten näkymää voi rajata päivämäärä välillä. Tietoja voi myös selata työkalurivin *seuraava tietue* ja *edellinen tietue* -painikkeilla. Lokin näkyviä hälytyksiä voi muokata *asetukset* -painikkeella. Näkyviä hälytyksiä voi rajata *näytä hälytykset* ja *aikataulu* valinnoilla. *Näytä hälytykset* -välilehdellä pystyy muokkaamaan näkyvätkö kaikki hälytykset esim. kuitatut. *Aikataulu* -välilehdellä pystytään määrittelemään hälytysten *aikaväli*. Aikaväli voi olla esim. 15 päivää, tälle voidaan vielä asettaa raja, kuinka monta päivää kerralla on näkyvissä.

Hälytysten kuittaus voidaan tehdä yksi tai useampi kerrallaan. Kuittaus kertoo järjestelmälle, että hälytys on huomattu, mutta sillä ei ole vaikutusta järjestelmän toimintaan. Kuittaus tehdään valitsemalla hälytyksen *kuitattu* valintaruutu. Hälytys kuitataan valintaikkunassa painamalla *ok*, hälytys muuttuu listassa mustaksi. Kuittaajan käyttäjätunnus tulee kuitattu -sarakeeseen, sekä mahdollinen viesti, *kommentti* -kenttään (vapaaehtoinen tieto). Useamman hälytyksen kuittaus samanaikaisesti tehdään *aloita sarjakuittaus* -painikkeesta. Valintaikkunassa merkitään *kuitattavat* hälytykset ja painetaan *lopeta sarjakuittaus*, kuittaus tallennetaan *ok* -painikkeella. Kuittaajan käyttäjätunnus ja viesti tulee kuitattuihin hälytyksiin samoin kuin yksittäisen kuittauksen kohdassa.

Epäonnistuneet komennot tulevat myös hälytyslokiin. Täältä ne voidaan ajaa uudestaan *uudelleensuorituskomennolla*. Komennolla voidaan suorittaa uudelleen vain työt. Epäonnistuneen työn uudelleen suorituksessa valitaan haluttu hälytys ja painetaan hiiren

oikeaa. Valikosta valitaan *kuittaa hälytys ja suorita uudelleen* -komento, avautuu *kuittaa hälytys* -ikkuna, jolle tehdään samat toimenpiteet kuin hälytysten kuittauksessa.

Työlokilla valvotaan järjestelmän toimintaa. Järjestelmän työlokin tietokantaan tallentuu töiden tila ja eteneminen. *Työloki* -ikkunan saa auki avaamalla *käyttömoduulin* ja painamalla *valvonta* -työkalua. Vasemmalle aukeavasta työkalurivistä painetaan *työloki* -työkalua. *Työloki* -ikkuna avautuu näytölle (kuva 39).

Päivä & Aika	Työ	Työn nimi	Tila	Onnistui / Epäonnistui	Työn tyyppi
28.11.2005 22:10:00	160	E120L LPs	Jonossa		Luenta
28.11.2005 20:50:00	159	E120L tariffs	Jonossa		Luenta
28.11.2005 17:00:00	1601	BVPC100 4000 units regs	Jonossa		Luenta
28.11.2005 16:30:00	1600	BVPC100 1006 units regs	Jonossa		Luenta
28.11.2005 15:40:00	161	BVP8 tariffs	Jonossa		Luenta
28.11.2005 15:20:00	1602	BVPC100 5000 units regs	Jonossa		Luenta
28.11.2005 15:00:00	1601	BVPC100 4000 units regs	Onnistunut	134 / 0	Luenta
28.11.2005 14:30:00	1600	BVPC100 1006 units regs	Virhe	1 / 134	Luenta
28.11.2005 13:20:00	1602	BVPC100 5000 units regs	Virhe	134 / 1	Luenta
28.11.2005 13:00:00	1601	BVPC100 4000 units regs	Virhe	133 / 1	Luenta
28.11.2005 12:30:00	1600	BVPC100 1006 units regs	Virhe	1 / 134	Luenta
28.11.2005 11:20:00	1602	BVPC100 5000 units regs	Virhe	134 / 1	Luenta
28.11.2005 11:10:00	161	E120L	Virhe	4 / 9	Luenta

Viimeksi päivitetty: 15:20:22

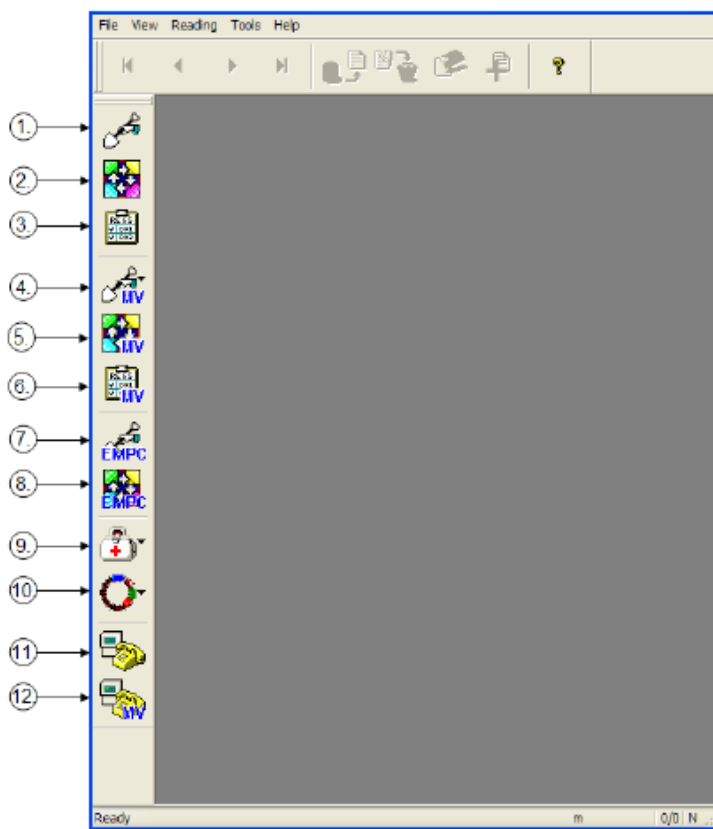
Asetukset Sulje

Kuva 39. Työloki. (Landis+Gyr 2012a, 97)

Näytön aikaväli asetukset toimivat samoin kuin hälytyslokissa. Työt ovat ikkunassa aikajärjestyksessä, järjestystä voi muuttaa tuplaklikkaamalla sarakkeen otsikkoa. Lokissa näkyviä töitä voi muokata *asetukset* -painikkeella. Asetukset ovat kolmella välilehdellä *työtyypit*, *näytä työt* ja *aikataulu*. *Työtyypit* -välilehdellä valitaan näkyviä työtyyppejä. *Näytä työt* -välilehdellä, valitaan töiden tilan näkyvyys, esim. onnistui ja epäonnistui. *Aikataulu* -välilehdellä on samat ominaisuudet kuin hälytyslokillä. Kun asetukset on määriteltty, tallennetaan ne, *ok* -painikkeella ja työloki päivittyy asetusten mukaiseksi. *Onnistui/epäonnistui* -sarakkeessa, näkyy onnistuneiden ja epäonnistuneiden töiden määrä. Keskittimen lukemisen yhteydessä, jos tietoja jää lukematta, näkyy puuttuvien tietojen määrä sulkeissa. Työn sisältämiä päätteitä voi tutkia avaamalla työ tuplaklikkauksella. *Pääteloki* avautuu ikkunaan, valitaan haluttu pääte ja painetaan hiiren *oikeaa*. Valikosta valitaan *avaa päätteet* -ikkuna, josta voidaan tarkastella esim. päätteen tietoja ja lukemattomia rekistereitä.

8.2.4 Luenta

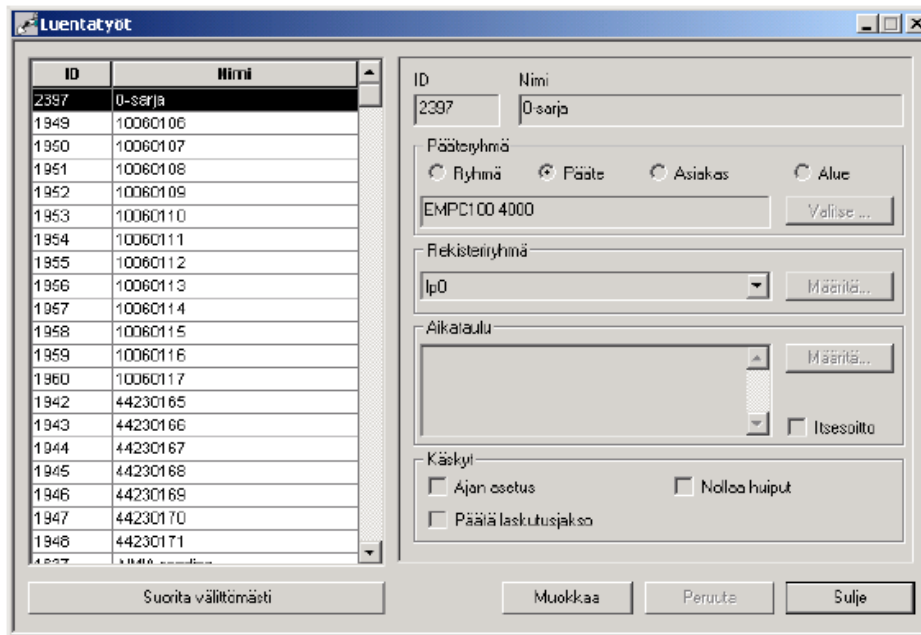
Luenta -moduulilla pystytään lukemaan AMR -järjestelmään liitettyjen mittareiden mittaustietoja. Moduuli tuo mittaustiedot tietokantaan. Moduuli saadaan auki AIM:n *tietojen keruu* välilehdeltä, painamalla *luenta* -moduulia. *Luenta* -ikkuna aukeaa näytölle (kuva 40). Ikkunan vasemmassa reunassa on työkalurivi, jossa on työkalut: 1 = luenta-työt, 2 = pääteryhmät, 3 = rekisteriryhmät, 4 = MV-luentatyöt, 5 = MV-pääteryhmät, 6 = MV-rekisteriryhmät, 7 = Määrätietojen luentatyöt, 8 = keskitinryhmät, 9 = muokkaa arvoja, 10 = lue arvot uudelleen, 11 = suora luenta ja 12 = MV suora luenta.



Kuva 40. Luenta -ikkuna. (Landis+Gyr 2012a, 105.)

Luentatyöillä mittauslaitteiden tiedot luetaan järjestelmään toistuvasti tai haluttuna hetkenä. Tiedot tallentuvat AMR-tietokantaan, josta tietoja voi hallita ja siirtää toisiin järjestelmiin. *Luentatyöt* -työkaluilla hallitaan olemassa olevia töitä, ja luodaan uusia luentatöitä, sekä voidaan suorittaa suoria luentoja.

Luentatyö voidaan käynnistää välittömästi *luentatyöt* -työkalulla (kuva 41). *Hae* -painikkeella saadaan haettua tietokannassa olevat luentatyöt. Valitaan haluttu työ ja painetaan *suorita välittömästi* -painiketta.



Kuva 41. Luentatyöt -ikkuna. (Landis+Gyr 2012a, 106.)

Luentatyöt -työkalulla voidaan tehdä uusia luentatöitä ja muokata vanhoja. Ennen uuden työn tekoa täytyy tarkistaa onko *pääte*- ja *rekisteriryhmät* luotu. Keskittimiltä pystyy lukemaan jännitelaatutiedot, kun työhön valitaan, *keskitin* päätteeksi ja rekisteriksi valitaan 0. Työ luodaan *lisää uusi* -painikkeella, olemassa olevaa työtä voi muokata valitsemalla se ja painamalla *muokkaa*. Työlle annetaan *nimi*, joka saa olla 30 merkkiä ja sisältää numeroita ja kirjaimia. Työlle valitaan *pääte*ryhmä, joka voi olla *ryhmä*, *pääte*, *asiakas* tai *alue*. Rekisteriryhmä valitaan pudotusvalikosta, se voidaan myös tehdä itse, *määritä* -painikkeella. Työlle tulee määrittää *aikataulu*, jolloin työ suoritetaan. Työn voi määrittää suoritettavaksi *tiettyinä ajankohtana* tai *toistuvasti tietyin aikavälein*. MT40-päätteille voidaan määrittää *itsesoitto*, jolloin pääte soittaa järjestelmään ja välittä luke-matiedot. (Landis+Gyr 2012a, 107 - 108.)

Luenta -moduulin *muokkaa tietoja* -työkalulla voidaan tarkastella ja muokata *sarja*-, *jakso*- ja *tilarekisterien* tietoja. Jos rekistereihin tehdään muutoksia, ovat ne pysyviä. Rekisteritietoja muokataan painamalla *muokkaa tietoja* -painiketta ja valitsemalla haluttu rekisteri esim. *sarjarekisterit*. Avautuu ikkuna *muokkaa sarjarekisteriarvoja* (kuva 42).

Kuva 42. Muokkaa sarjarekisteriarvoja -ikkuna.

Mittari haetaan painamalla *valitse*, avautuu *päätteiden haku ja valinta* -ikkuna. Jos tiedetään mittari, valitaan sen tyyppi pudotusvalikosta, ja annetaan *mittarinumero* sille varattuun kenttään, painetaan *hae*. Haettu mittari tulee ikkunan alaosassa olevaan taulukkoon. Valitaan mittari *aktiiviseksi* ja painetaan *ok*. Valitaan haluttu *sarjarekisteri* pudotusvalikosta ja annetaan haluttu *aikaväli*. Painetaan *hae tiedot*, jolloin rekisterin arvot tulevat ikkunaan. Tällä työkalulla haetaan esim. puuttuvia lukemia mittareilta.

Uudelleenluentatyötä käytetään lukemaan epäonnistuneet luennat. Työ lukee valitun pääteryhmän *tapahtuma-*, *jakso-* ja *sarjarekisterit*. Luettelo epäonnistuneista luennoista on *uudelleenluentatyö* -ikkunan, *epäonnistuneet* -välilehdellä. Rekistereiden luenta vaihtoehdot ovat samat kuin *muokkaa tietoja* -työkalulla. Työ -ikkuna avataan painamalla työkalurivin *lue arvot uudelleen* -työkalua. Ikkunaan valitaan *luettava rekisteri*. *Hae* -työkalulla haetaan tietokannan työt, joista valitaan *uudelleenluentatyö* ja painetaan *suorita välittömästi*. (Landis+Gyr 2012a, 129.)

Suora luenta -työkalulla pystytään lähettämään laitteeseen kolme komentoa: *luenta*, *ajan päivitys* ja *huipputehorekisterien tyhjennys*. Komennot lähetetään heti, eikä niitä voi lähettää enempää kuin yhden kerrallaan. *Suora luenta* -ikkunassa valitaan laite johon komento halutaan lähettää esim. mittari, jolta halutaan lukea kulutusarvot. Päätteiden haku tehdään samoin kuin *muokkaa tietoja* -työkalulla. Kun pääte on valittu, saadaan komento kehys aktiiviseksi painamalla *näytä rekisteri*. Valitaan halutut *rekisterit*, jotka ovat omilla välilehdillään. Välilehtien määrä riippuu laitteesta. Rekistereitä on mm. *jakso*, josta näkee mittarin kulutuksen ja *sähkökatko*, josta saadaan tieto päätteen

sähkökatkoista. Suora luentakomennolla voidaan myös tarkistaa *katkaisimen tila*. Tilan voi tarkistaa vain katkaisimella varustetuista laitteista. Katkaisimen tilan luentaa käytetään, kun ohjataan etäkatkaistavaa mittaria ja halutaan varmistua katkaisimen toiminnasta. *Suora luenta* -ikkunassa haetaan haluttu laite edellä mainituilla tavoilla. *Päätteen tiedot* -välilehdellä, valitaan pudotusvalikosta *katkaisimen tila* tai *katkaisimen ohjaustila*. Tilatieto luetaan painamalla *lue pääte*, avautuu ikkuna, josta avataan *päätteen tila* -välilehti. Välilehdellä painetaan, *katkaisimen tila* -rivillä *rekisteriarvo* -sarakkeella olevaa painiketta, katkaisimen tila näkyy valintaikkunassa.

Mittareiden sähkökatkotietoja voidaan lukea ajastetulla ja suoralla luennalla. Ajastetussa luennassa sähkökatkotiedot tulevat luentatyön mukana kaikista luetuista laitteista. Suoralla luennalla tietyn päätteen tiedot saadaan heti näkyville. Mittari rekisteröi sähkökatkotiedoksi, myös pääkytkimen käytön, jos mittari on asennettu pääkytkimen jälkeen. Tämä vaikeuttaa sähkökatkotietojen tulkintaa. Mittareista saatavat sähkökatkotiedot riippuvat mittarityypistä. Kuitenkin kaikista mittareista saadaan tiedot sähkökatkojen kokonaismäärästä ja kestoajasta. (Landis+Gyr 2012a, 142.)

8.2.5 Kuuluvuushäiriöt

Etäluettavien mittareiden vaihdon yhteydessä on ilmentynyt ongelmia mittareiden ja järjestelmän välisessä yhteydessä ns. kuuluvuushäiriö. Mittareiden tiedonsiirto on herkkä verkossa ilmentyville häiriöille. Häiriöiden aiheuttajat voidaan jakaa seuraaviin tekijöihin: inhimilliset tekijät ja laitteet.

Inhimilliset tekijät ovat mm. jakorajamuutokset, joista ei ilmoiteta järjestelmän ylläpitäjille. Mittarit pysyvät kytkettynä ”omalle” kekittimelle, johon ne eivät enää saa yhteyttä. Jos tieto jakorajamuutoksesta kerrotaan ylläpitäjille, voivat he siirtää mittarit oikean keskittimen alle. Tämä aiheuttaa sen, että mittarit eivät saa enää yhteyttä keskittimeen, johon ne ovat kytkettyneet. Ongelmia aiheuttaa myös asunnoissa sijaitsevat mittarit, jotka asennetaan pääkytkimen jälkeen. Kun asukas muuttaa pois talosta ja katkaisee virrat pääkytkimestä, yhteys katkeaa. Tähän ongelmaan on pyritty puuttumaan jakamalla ohjeita, tällaisiin kohteisiin. Lisäksi ratkaisuna on asentaa mittari ennen pääkytkintä. Laitteiden aiheuttamiin tekijöihin lukeutuvat mm. kompensoimattomat taajuusmuuttajat, ilma- ja maalämpöpumput sekä löysät liitokset. Ilman yliaaltosuodatusta olevat taa-

juusmuuttajat aiheuttavat verkkoon yliaaltoja ja jännitesäröä, joka häiritsee/estää mittareiden tiedonsiirron. Häiriön saa poistettua kompensoinnilla tai suodattimella, nämä laitteet sijaitsevat kuitenkin asiakkaiden tiloissa, joten niiden korjaus on asiakkaasta riippuvaista. Kemin Energian jakelualueella on ilmennyt yksi kyseiseen ongelmaan liittyvä häiriö. Kohteeseen asennettiin suodatin, joka paransi mittareiden kuuluvuutta huomattavasti. Ilma- ja maalämpöpumppujen moottorit voivat häiritä mittarin tiedonsiirtoa. Löysät liitokset ja niistä aiheutuva kipinäointi vaikeuttaa myös tiedonsiirtoa, näitä ongelmia ilmenee pääasiassa ilmajohtoalueilla. Muita häiriöitä aiheuttavia laitteita ovat mm. rikkinäiset antenni vahvistimet ja hakkuritehonlähteet.

Markkinoilla on myös havaittu sellaisia, CE-merkittyjä laitteita, jotka eivät täytä EMC-määräyksiä. Nämä laitteet voivat häiritä mittareiden tiedonsiirtoa, tai häiriintyä tiedonsiirrosta. (Landis+Gyr 2012c).

Kuuluvuutta voidaan parantaa toistimilla. Kemin Energialla on käytössä Landis+Gyr:n toistimet, joita voidaan asentaa mittarin päälle ja esim. jakokaappiin. Mittarin päälle asennettavaa toistinta käytetään kerrostalojen kiinteistöjen mittareissa, josta se parantaa kaikkien kerrostalon mittareiden kuuluvuutta. Jakokaappiin asennettavaa toistinta käytetään esim. omakotitaloalueella, jossa se parantaa kaikkien jakokaapista syötettävien asuntojen mittareiden kuuluvuutta.

Häiriöiden mittaus

Kuuluvuushäiriöiden mittaukseen on Kemin Energialla käytössä Echelonin mittalaite PLCA-22. Mittalaitteella voidaan mitata häiriöitä kahdella tavalla. Kiinteistön sisäisen verkon häiriöitä mitataan liittämällä laitteen pistotulppaliitin pistorasiaan. Laite mittaa verkossa ilmenevät häiriöt desibeleinä, mitä matalampi dB-taso sitä vähemmän on häiriöitä. Toinen tapa on liittää mittalaite etäluettavanmittarin kytkentä liittimiin. Tällöin käytetään mittalaitteen johtimia, jotka kytketään kolmijohtimisena (L, N ja PE). Vaihejohdin kytketään mitattavaan vaiheeseen, nollajohdin nollaliittimeen ja suojajohdin maadoitusliittimeen. Häiriöt mitataan vaiheittain ja niiden häiriöiden tulkinta on sama kuin pistotulpalla mitattaessa. Mittarit käyttävät tiedonsiirtoon pääasiassa L1-vaihdetta, joten tämän vaiheen häiriön tulisi olla mahdollisimman pieni kuuluvuuden takaamiseksi.

si. Käytännössä kaikki mittaukset tehdään liittämällä mittalaite etäluettavanmittarin liittimiin. Tällöin saadaan mitattua mittarilla olevat häiriöt.

Mittalaitetta voidaan käyttää myös sähkönjakeluverkon kohinan ja häiriön mittaukseen. Mittaus tehdään käyttämällä kahta mittalaitetta lähetin - vastaanotin parina. Tällöin kytetään kaksi mittalaitetta mitattavalle välille esim. muuntaja - jakokaappi, toinen laitteista toimii lähettäjänä ja toinen vastaanottajana. Lähetettyjen pakettien vastaanotto prosentista saadaan selville verkon häiriöt.

PLCA-22 mittalaitteella saadaan helposti ja kustannustehokkaasti testattua, jakeluverkossa käytetyn LON-tiedonsiirron taajuusalueen voimakkuus ja häiriöt. Mittalaitteita käytetään pareittain, joista toinen lähettää käyttäjän antaman määrän paketteja ja toinen vastaanottaa paketit ja esittää pakettien lähetyksessä ilmenneet virheet prosentuaalisesti. Myös vastaanotetun signaalin voimakkuus voidaan mitata. Pakettien lähettämiseen voidaan käyttää 1,7 V - 10 V huipusta huippuun jännitettä, virta rajan ollessa yksi tai kaksi ampeeria. Tiedonsiirron toiminta-alue jakeluverkossa saadaan mitattua käyttämällä laskevaa signaalin voimakkuutta. Vaiheenilmaisoin takaa lähetin - vastaanotin parin kytkennän samalle vaiheelle. (Echelon Corporation, 1.)

Mittalaitteet vaihtavat automaattisesti testauksen asetustiedot toistensa kesken, joka vähentää mittalaitteen luona käyntiä testauksen aikana. Kumpikin laite voi toimia lähettimenä tai vastaanottimena. Kun toinen asetetaan lähettimeksi, toinen automaattisesti muuttuu vastaanottimeksi, tämä mahdollistaa testauksen suunnan muutoksen ilman toisella mittalaitteella käyntiä. Testauksen päätyttyä vastaanotin lähettää mittaustiedot lähettimelle. (Echelon Corporation, 1.)

Mittalaite pystyy havaitsemaan häiriön primääri tiedonsiirtotaajuudella ja vaihtamaan automaattisesti sekundaari tiedonsiirtotaajuudelle. Jos primääri tiedonsiirtotaajuuden melu estää testauksen, vaihtaa mittalaite sekundaari tiedonsiirtotaajuudelle ja suorittaa mittauksen. Laitteen käyttämät taajuusalueet ovat 70 kHz ja 95 kHz. Euroopassa sähkönjakeluverkossa käytettävän A-kaistan taajuudet ovat primääri 86 kHz ja sekundaari 75 kHz. (Echelon Corporation, 3.)

8.3 EllaEDM

EllaEDM toimii mittaustietokantana, joka otettiin Kemin Energialla käyttöön joulukuussa 2011. Tietokantaan kerätään kaikista etäluettavista kohteista tuntikohtaiset mittaustiedot. Mittaustiedot tuodaan AIM:n kautta tietokantaan ja ne välitetään tietokannasta Ellarex:in asiakkaiden käyttöpaikoille. Tietokannan toimittaa Empower Oy.

Mittaustiedon säilytys aika on lain määräämä kuusi vuotta. Ensimmäiset mittaustiedot tietokantaan on tallennettu joulukuussa 2011, nämä tallennetut tiedot poistuvat tietokannasta, kuuden vuoden kuluttua. Tietokanta toimii siis puskurin tavoin, vanhin mittaustieto poistuu ja tekee tilaa uusimmalle mittaustiedolle.

Etäluettavilta mittareilta tuodaan mittaustietokantaan tuntisarjat (kuva 43). Tuntisarjat näkyvät EDM:ssä tuntikohtaisina kulutuksina, jokaiselle tunnille on oma kulutustieto. Aikasarjoja voidaan käsitellä myös tariffeittain. Tuntisarjojen kanssa samassa taulukossa näkyy myös mittarin kumulatiivinen lukema. Omassa myynnissä (toimitusvelvollinen myyntiyhtiö) olevien kohteiden laskutukseen käytetään kuukauden viimeispäivän kumulatiivista arvoa. Kuukauden kulutus on kyseisen ja edellisen kuukauden viimeispäivän kumulatiivisten arvojen erotus.

Muuttujan tiedot - KKE000_2021507_COUNTERT1/60

Perus Ryhmittely Tarkista & Korjaa

Perustiedot

Tunnus: KKE000_2021507_COUNTERT1/60 EDIELtunnus:

Tyyppi; Suure: Aikasarja Energia Pyöristys (kWh): Ei pyöristetä Intervalli: 60

Kuvaus; Yksikkö: kWh Arkistoitu ☐

☒ Intervalli ☐ Päivä ☐ Viikko ☐ Kuukausi ☐ Vuosi

Lukemat

Jakso: 1.2.2013 0 2.2.2013 0 Hae lukemat

Tariffi:

Aikavyöhyke; Yksikkö: +02 huomioi kesäajan kWh

Ryhmitelläksesi sarakkeen mukaan vedä otsikko tähän

1.2.2013 - 2.2.2013			
KKE000_2021507_COUNTERT1/60			
Summa: 82,12 Max: 13,58 Min: 0,87 Keskiarvo: 3,422			
Status: Mitattu			
Aika	Arvo	Status	Kumulatiivinen arvo
pe 1.2.2013 00:00 +2	9,790	Mitattu	75207,360
pe 1.2.2013 01:00 +2	4,670	Mitattu	75212,030
pe 1.2.2013 02:00 +2	3,330	Mitattu	75215,360
pe 1.2.2013 03:00 +2	1,550	Mitattu	75216,910
pe 1.2.2013 04:00 +2	1,700	Mitattu	75218,610
pe 1.2.2013 05:00 +2	2,100	Mitattu	75220,710
pe 1.2.2013 06:00 +2	3,580	Mitattu	75224,290
pe 1.2.2013 07:00 +2	1,430	Mitattu	75225,720
pe 1.2.2013 08:00 +2	0,950	Mitattu	75226,670
pe 1.2.2013 09:00 +2	0,870	Mitattu	75227,540
pe 1.2.2013 10:00 +2	0,940	Mitattu	75228,480
pe 1.2.2013 11:00 +2	1	Mitattu	75229,480
pe 1.2.2013 12:00 +2	1,500	Mitattu	75230,980

Kuva 43. Tuntisarjat EDM -järjestelmässä.

Ulkopuolisessa myynnissä olevien kohteiden, tuntisarjat lähetetään 1008 sanomalla eteenpäin myyjille. Ulkopuolisen myynnin osalta laskutus on myyntiyhtiökohtaista, laskutus voidaan tehdä esim. tuntisarjoilla. Sanomalla 1000 saadaan lähetettyä sanomien 1008 ja 1080 yhteiset kulutustiedot Fingridille. Sanoma lähetetään ulkopuolisen myynnin osalta. Vielä etäluennan ulkopuolella olevat kohteet käyttävät kulutuksen arvioinnissa VKA:ta. Näiden kohteiden tiedot lähetetään 1080 sanomilla. 1080 sanoma tulee poistumaan käytöstä, kun kaikki kohteet ovat vaihdettu etäluennan piiriin.

EllaEDM:n sanomia käytetään myös taseselvityksen tekoon. Taseselvitys tehdään kuukausittain ulkopuolisessa myynnissä olevista kohteista. Selvitykseen käytetään samoja sanomia kuin kulutustietojen välitykseen. Verkkoyhtiön on tehtävä taseselvitys ulkopuolisessa myynnissä olevista kohteista Fingridille, 14 päivän kuluessa toimituksesta. Taseselvityksen apuna käytetään myös AIM ja Ellarex -järjestelmiä. AIM:sta tuodaan EDM -tietokantaan, mittareiden kulutustiedot, joista muodostetaan lähetettävät sanomat.

Asiakas pääsee katsomaan omat kuukausikohtaiset kulutuksensa Energiatililtä. Energiatilille mittaustiedot kopioidaan EllaEDM:n tietokannan kautta. Energiatilillä on oma palvelin, johon tiedot kopioidaan, asiakkaalla ei siis ole pääsyä EDM -tietokantaan. Energiatili on käytössä niillä asiakkailla, joille on asennettu uusi etäluettava mittari. Energiatilin käyttö edellyttää käyttäjätunnuksen rekisteröimistä.

EllaEDM:n käyttöliittymä on samanlainen kuin Ellarex:ssa. Ohjelmistojen käyttö ja hallinta on suurilta osin samanlaista. EDM:n navigaatiopuu sijaitsee ikkunan vasemmassa reunassa ja ikkunat avautuvat oikeanpuoleiseen taulukkoon. Ohjelman saa avatua tuplaklikkaamalla *pikakuvaketta* tai käynnistä valikon kautta, josta valitaan *ohjelmat* ja sieltä *EllaEDM*.

8.3.1 Energiatili

Energiatilin voi luoda Kemin Energian www-sivuilla. Etusivulla on linkki rekisteröintiin, joka vie asiakkaan sivulle, jossa tilin rekisteröinti tehdään. Tarvittavat tiedot (käyttöpaikka ja asiakasnumero) löytyvät sähkölaskulta, lisäksi rekisteröintiä varten tarvitsee sähköpostin. Rekisteröinti on selkeä ja hyvin ohjattu. Kun tili on rekisteröity, voidaan myöhemmin käyttää kirjautumiseen Kemin Energian Internet -sivuilla olevaa kirjautumisikkunaa.

Energiatilin kautta asiakas pääsee näkemään tuntikohtaisen kulutuksen omalta/omilta käyttöpaikoilta. Tämä voi ohjata asiakkaita sähkönkäytön suunnitteluun ja sähkönkulutuksen vähentämiseen, vaikka tieto tulee energiatilille 2 vuorokauden viiveellä. Energiatililtä löytyy säästötyökalu, jonka avulla voi laskea sähkön kulutuksen ja kustannusten muutosta esim. jos vähentää saunomista kerran viikossa. Säästötyökalulta löytyy myös laskenta valaistukselle, kylmälaitteille ja viihde-elektronikalle ym. Työkalun saa auki klikkaamalla sektoridiagrammista, haluttua sektoria esim. valaistus. Työkalulle on valmiiksi annettu profiileja erikokoisille omakoti- ja kerrostalokohteille. Profiilit ovat suuntaa antavia, mutta niistä näkee sähkönkulutuksen pääpiirteittäin. Energiatilin avulla voidaan myös löytää rikkoutuneita laitteita ja päällä makaavia ns. piilokuormia. Kemin Energia jakelualueelta on löytynyt muutama tällainen tapaus.

Tilin kautta pystyy hallinnoimaan omia sopimuksia. Tätä kautta pystyy helposti vaihtamaan sähkönmyyntisopimuksen. Sopimuksen vaihto on kolmivaiheinen ja selkeästi ohjeistettu, pakolliset kentät on merkitty *:llä. Lisäksi omalta sopimukselta voi käydä muuttamassa laskutusväliä ja eräpäivää. Siirtosopimukselta voi myös muuttaa laskutusväliä ja eräpäivää. Omat tiedot osiossa pystyy vaihtamaan salasanan ja käyttäjätunnuksen. Lisäksi täällä annetaan yhteystiedot, joista pakollisia ovat osoitetiedot.

Raportointi osiossa on graafiset esitykset käyttöpaikan/-paikkojen kulutuksista. Osio aukeaa oletuksena edelliset 30 päivän kulutus raportilla. Raportille voi valita erilaisia aikajaksoja esim. päivä-, jakso-, ja vertailuraportit. Vertailuraportissa voi vertailla esim. tammikuun 2012 ja tammikuun 2013 sähkönkulutuksen eroa. Tästä voi olla apua sähkölämmittäjille kulutuksen tarkkailussa, jotka voivat verrata kuukausien kulutuseroja, käyrällä näkyy myös ulkolämpötila, josta näkee lämpötilan vaikutuksen sähkönkulutukseen. Päiväraportilla pystyy katsomaan yksittäisen päivän kulutuksia. Raporteilla on kaksi esitystyyppiä trendi- ja pylväsrapportti. Energiatilillä on myös käytön helpottamiseksi käyttöohjeet, joissa opastetaan käyttämään eritoimintoja.

8.4 TeklaNIS

Kemin Energia Oy:llä on käytössä, verkostosuunnitteluun ja -laskentaan käytetty järjestelmä TeklaNIS. Uudessa TeklaNIS-järjestelmässä on myös mahdollisuus verkon kunnossapito-ohjelmaan. Järjestelmän toimittaa Tekla. Tässä työssä järjestelmä esitellään vain etäluennan kannalta oleellisilta osilta.

TeklaNIS:n käytön tukea (DMS) voidaan käyttää AMR-mittareiden tietojen hyödyntämiseen. TeklaDMS:ssä energialaitokset voivat hyödyntää energiamittareiden hälytystietoja. Järjestelmien yhteys mahdollistaa mittareiden ja DMS:n välillä lähes reaaliaikaisen pienjänniteverkon keskeytysten hallinnan. (Tekla 2012, 31.)

Järjestelmässä energiamittareilta saadut hälytykset välitetään DMS:ään käsittelyä varten. Lisäksi operaattori voi AMR-kyselyillä tarkistaa mittareiden tilan. (Tekla 2012, 31.) Järjestelmään on kehitetty täyskatko-hälytysten käsittelyominaisuus, joka osaa jättää huomioimatta hälytykset jo tiedossa olevista vioista. Järjestelmään tulleet hälytykset pystyy kuittaamaan tai merkitsemään kerralla. (Tekla 2011, 41 - 42.)

DMS käyttää rajapintanaan Tekla DMS AMR Web Service-rajapintaa etäluettavien mittareiden tiedonsiirrossa. Rajapinta mahdollistaa sekä pyytämättömän ja pyydetyn tiedonsiirron. Tämä mahdollistaa paljon toimintoja esim. käyttöpaikan vaihejännitteiden ja virtojen esitys hälytyksen kanssa. (Tekla 2011, 41.)

TeklaNIS:iin päivittyy myös käyttöpaikka kohtaiset vuosikulutusarviot, jotka nykyisen etäluettavan mittari kannan myötä ovat oikean kulutuksen mukaisia. Tätä tietoa järjestelmä käyttää hyödyksi verkonlaskennassa. Reaaliaikainen kulutuksen seuranta helpottaa tulevaisuudessa verkonmitoitusta ja -suunnittelua.

9 PIENTUOTANTO

Pientuotannon teholle ei ole tarkkaa määritelmää. Määrittelyn apuna käytetään mm. tehoa (MVA), jännitettä sekä sulakekokoa. (Lehto 2009, 4.) Pienimuotoiselle tuotannolle annettuja määritelmiä ja lain asettamat rajat:

- Pienimuotoisella sähköntuotannolla tarkoitetaan sähköntuotantolaitosta tai -tuotantolaitosten muodostamaa kokonaisuutta, jonka teho ei ylitä 2 MVA. (Sähkömarkkinalaki 386/1995.)
- Liittymisjännitteen tulee olla alle 24 kV. (Energiateollisuus TLE11, 1.)
- Teholtaan vähintään 1 MVA:n voimalaitoksen rakentamis- ja tehonkorotuspäätöksistä, sekä käytöstä poistosta tulee ilmoittaa sähkömarkkinaviranomaiselle. (Valtioneuvoston asetus sähkömarkkinoista, 65/2009 7§, Hakupäivä 23.4.2013.)
- Jakeluverkonhaltijan asiakkaalta veloittama sähköntuotannon siirtomaksun keskiarvo ei saa ylittää 0,07 c/kWh vuodessa. (Valtioneuvoston asetus sähkömarkkinoista, 65/2009 5§, Hakupäivä 23.4.2013.)
- Lain vaatimaa valmisteveroa ja huoltovarmuusmaksua ei veloiteta alle 2 MVA:n tehoinen generaattorin tuottamasta sähköstä, mikäli sitä ei siirretä sähköverkkoon. (Laki sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta, 1260/1996 5§, Hakupäivä 23.4.2013.)

Pienimuotoinen tuotanto on jaettu kahteen osaan pien- ja mikrotuotantoon. Pientuotantoon käytetään seuraavia tuotantomuotoja: aurinko-, pienvesi-, tuuli- ja biovoima. Aurinko- ja tuulivoiman tuottama sähkö varastoidaan akkuihin tasasähkönä, josta se muutetaan vaihtosuuntaajilla vaihtosähköksi. Kun jännitteenmuoto on muutettu, voidaan sitä käyttää omiin tarpeisiin tai syöttää verkkoon. Yhden kW:n tehoinen aurinkopaneeli voi optimitilanteessa tuottaa 900 – 1000 kWh vuodessa. Tuulivoimaloiden kytkentä tehdään myös usein suoraan verkkoon, kun käytetään yli yhden kW:n voimaloita. Kun voimala kytketään suoraan verkkoon, verkkokytkin takaa jännitteen ja taajuuden laadusta sekä suojauksesta. (Lehto 2009, 6 – 7.)

Vesivoimaloissa sähkö tuotetaan mekaanisen liikkeen avulla. Vesi johdetaan turbiiniin, jossa se aiheuttaa pyörimisliikkeen. Turbiinin akseli on liitetty generaattoriin, joka muuttaa liike-energian sähköksi. Tuotettu sähkö siirretään muuntajalle, jonka kautta se

siirretään omaan käyttöön tai sähköverkkoon. Teholtaan 500 kW:n voimala tuottaa, noin 4400 MWh vuodessa, tätä pienempiä voimaloita ei pidetä taloudellisesti kannattavina. (Lehto 2009, 6.)

Biovoimaloita pientuotantoon käytetään pääasiassa maataloilla. Voimalaitoksen tarvitsema polttoaine saadaan tällöin harjoitetun elinkeinon sivutuotteena. Polttoaineena käytetään mm. biojätettä ja -lietettä. Voimalaitos voi olla esim. biokaasutuslaitos, jolloin polttoaineet mädätetään kaasuksi. Syntynyt kaasu käytetään kaasumootorissa, joka tuottaa sähköä. Voimalalla voidaan tuottaa myös lämpöä. Tehot voimalaitoksissa vaihtelevat kymmenistä kilowateista satoihin kilowatteihin. (Lehto 2009, 7.)

Pientuotannon liittämiseksi sähköverkkoon on sähkömarkkinalaissa annettu seuraavat pykälät: 9 § sanoo, että ”*verkonhaltijan tulee pyynnöstä ja kohtuullista korvausta vastaan liittää verkkoonsa sähkönkäyttöpaikat ja sähköntuotantolaitokset toiminta-alueellaan*” (Sähkömarkkinalaki 386/1995, Hakupäivä 20.2.2013.) 14 b § sanoo, että teholtaan enintään 2 MVA:n voimalaitoksien verkkoon liittämismaksuun ei saa sisällyttää verkon vahvistamisesta aiheutuvia kustannuksia. (Sähkömarkkinalaki 386/1995, Hakupäivä 20.2.2013.)

Jos kohde vaatii vain sitä palvelevan verkon osan vahvistamista, voidaan siitä aiheutuvat kustannukset periä asiakkaalta. Asiakas vastaa myös, mahdollisista verkonsuojauksen muutoksista aiheutuvista kustannuksista. Kohteen kulutuksen ollessa suurempaa kuin tuotanto peritään liittymältä normaalit liittymismaksut. Tuotannon ollessa kulutusta suurempaa, kulutuksen osalta peritään liittymän koon mukainen maksu. Tuotannon osalta, joka ylittää kulutuksen, peritään laskennallinen tuotannon liittymismaksu. Tuotannon siirtomaksu pien- ja keskijänniteverkkoon liittyneillä tuotantolaitoksilla ei saa olla yli 0,07 c/kWh. Yli yhden MVA:n tuotantolaitoksien omasta kulutuksesta peritään maksua. (Lehto 2009, 29.)

Jokaisella asiakkaalla on oikeus liittää tuotantolaitos ja siirtää sen tuottama sähkö sähköverkkoon. Laitoksen, liittymän ja mittauksen tulee täyttää niille asetetut tekniset vaatimukset. Lisäksi tuottajalla pitää olla sähkölle ostaja. Tuotannon mittauksessa tulee käyttää etäluettavia mittareita, jotka pystyvät tunneittain tapahtuvaan mittaukseen. Pientuotanto kohteessa voidaan kulutus ja tuotanto mitata samalla mittarilla, kun kohde on alle 3 x 63 A. Mittarissa pitää olla omat rekisterit kulutuksen ja tuotannon mittaukselle.

Kulutusta ja tuotantoa ei saa netottaa, sillä se vääristäisi sähköverkon tasetta. Yli 3 x 63 A käyttöpaikalla, tulee myös mitata oman tuotannon kulutus, jos tuotantoa myydään sähkömarkkinoille. Kun tuotantoa myydään sähkömarkkinoille, voi verkkoyhtiö veloittaa asiakkaalta ns. jatkuvaa mittausmaksua, joka voi olla normaali kohdetta suurempi. Mittausmaksu tai verkkopalvelun perusmaksu voi olla suurempi, kuin normaalissa käyttökohteessa, koska kohteet teettävät enemmän työtä esim. tasehallinnassa. (Lehto 2009, 29 - 31.)

Useissa pien- ja mikrotuotanto kohteissa tuotetun sähkönsiirto verkkoon on vähäistä. Tuotetulle sähkölle on vaikea löytää ostajaa, eikä lainsäädäntö edellytä ostovelvoitetta keneltäkään markkinaosapuolelta. Lisäksi verkkoyhtiön asema markkinoilla vääristyy, mikäli se ostaa tuotetun sähköä. Mikäli tuotetulle sähkölle ei löydy ostajaa, pitäisi verkkoon syöttö estää. Verkkoyhtiö voi kuitenkin sallia siirron verkkoon, kunnes tuottaja löytää ostajan tai lainsäädäntö asian osalta muuttuu. Verkkoon siirrettävästä sähköstä, jolla ei ole ostajaa, tehdään sopimus verkkoyhtiön kanssa. Tällöin tuotetusta sähköstä ei makseta korvausta eikä peritä siirron verkkopalvelumaksua. Tällaisissa tapauksissa ylijäämä sähköä käytetään verkonhaltijan häviöiden pienentämiseen. (Lehto 2009, 33 - 34.)

9.1 Verkonsuojaus

Jakeluverkkoon liitettäessä pien- ja mikrotuotantoa täytyy ottaa huomioon verkonsuojaus. Tuotanto voi aiheuttaa ongelmia esim. saareketilanteissa, lähdön oikosulkusuojauksen hidastumisessa ja pikajälleenkytkennän epäonnistumisessa. Ongelmiin voidaan puuttua laitoksen oikeanlaisella suojauksella. (Energiateollisuus, Lehto 2011, 7.)

Saarekekäyttö, tarkoittaa tilannetta, jossa jakeluverkon sähkönsyöttö on katkennut ja tuotantolaitos pyrkii ylläpitämään verkon tai verkon osan sähkönsyöttöä. Tällaiset tilanteet, jossa tuotantolaitos jää syöttämään saareketta on ehdottomasti estettävä turvallisuussyistä. Tämä aiheuttaa vaaratilanteita esim. verkostotöissä. Lisäksi sähkönlaadun takaaminen tällaisessa tilanteessa ei ole riittävä, joka aiheuttaisi mm. laitteiden rikkoutumista. Tuotantolaitokset on varustettava saarekekäytönestonsuojauksella esim. RO-COF releillä. (Energiateollisuus, ym. 2011, 7.)

Voimalaitos voidaan joutua erottamaan verkosta viereisten lähtöjen vikojen aikana. Voimala vaikuttaa erityisesti PJK:n ja saarekekäytön estoon. Laitosten tahattomaan erottamiseen voidaan vaikuttaa suojausasetuksilla, mutta samalla heikennetään PJK:n toimintaa. Lisäksi voimala voi aiheuttaa lähdön aiheettoman erottamisen, muiden lähtöjen vikojen aikana. Generaattorin syöttämä vikavirta aiheuttaa suuntaamattoman ylivirtasuojauksen toiminnan. Ongelmaan voidaan puuttua muuttamalla releiden asetteluarvoja ja käyttämällä suunnattua ylivirtasuojauksia. (Energiateollisuus, ym. 2011, 8.)

Kun vikaa syötetään rinnan pientuotanto voimalaitoksen ja sähköaseman syötön kanssa, pienenee vikavirta virran jakautumisen takia. Virran jakautumisesta aiheutuu ylivirtasuojauksen hidastuminen tai estyminen. Suojauksen toiminnan kannalta merkittävintä on tuotantolaitoksen teho ja etäisyys asemalta. (Energiateollisuus, ym. 2011, 8.)

9.2 Mikrotuotanto

Mikrotuotannolla tarkoitetaan tuotantoa, joka on kytketty jakeluverkkoon suoraan tai asiakkaan rakennuksen verkon kautta. Mikrotuotantolaitoksella tuotetaan sähköä pääasiassa asiakkaan omaan käyttöön, mutta sitä voidaan myös siirtää sähköverkkoon. Tuotantolaitos on kytketty jakeluverkon kanssa rinnan, sähkönsiirto jakeluverkkoon on kuitenkin vähäistä.

Mikrotuotanto on pääasiassa yksivaiheista sähköntuotantoa. Tämä aiheuttaa ongelmia kolmivaiheverkolle esim. kuormituksen epätasapainoa ja verkon välkyntää. Yksivaiheisen tuotannon teholla on asetettu raja. Rajan ylittyessä laitteistoa ei saa kytkeä yksivaiheisesti verkkoon. Yksivaiheisen tuotannon rajana pidetään 16 A sulakekokoa, jolloin syötettävä teho voi olla n. 3,7 kW. Käytettäväksi suositellaan kuitenkin kolmivaihelaitteistoja. Kolmivaiheisen mikrotuotantolaitoksen maksimi teho on 11kW. Mikrotuotantolle on olemassa standardi EN 50438, joka määrittelee tuotannon kooksi maksimissaan 16 A vaihetta kohti jännitetasen ollessa 230/400 V. (Lehto 2009, 35 – 36.)

Mikrotuotantolaitosten laitteistolle on asetettu tiettyjä vaatimuksia. Laitteistojen tulee täyttää nämä vaatimukset, jotta niiden kytkentä verkkoon olisi turvallista ja teknisesti mahdollista. Lisäksi laitoksen haltijan tulee tehdä verkkoyhtiölle tietyt ilmoitukset ja

laitteistolle tietyt toimenpiteet ennen jakeluverkkoon liittämistä. Ennen liittämistä tehtäviä toimenpiteitä:

- Ilmoitus laitteiston liittamisestä verkkoon, mahdollisimman aikaisin verkkoyhtiölle, jotta tarvittaviin toimenpiteisiin voidaan ryhtyä.
- Laitteistojen yhteen sopivuuden tarkastus verkkoyhtiön kanssa.
- Tarvittavat suunnitelmat verkkoon liittamisestä (pääkaaviot, suojaus- ja ohjauskaaviot ym.)
- Tehtävä käyttöönottotarkastus laitteistolle, sekä laatia tarkastuspöytäkirja.
- Käyttöönotto- ja koestuspöytäkirjan toimittaminen ja ilmoitus verkkoyhtiölle ennen käyttöönottoa. (Lehto 2009, 37.)

Lisäksi laitteistosta tulee tehdä mm. seuraavia ilmoituksia verkkoyhtiölle:

- Laitoksen tekniset tiedot esim. teholähde, generaattorin tiedot kuten nimellis- ja oikosulkuteho.
- Laitoksen suojaukseen käytettyjen releiden ym. tiedot.
- Verkkoon liittämiseen käytettyjen laitteiden tiedot.
- Tarvittavat piirikaaviot ja vikavirta tiedot. (Lehto 2009, 37 - 38.)

Laitteiston haltija vastaa myös laitteistolle tehtävästä huollosta ja testauksesta. Huollon ja testauksen laitteistolle saa tehdä vain pätevyudet omaava henkilö tai yritys. (Lehto 2009, 38.)

9.3 Pientuotanto asiakkaan kannalta

Pien- ja mikrotuotannon hyvinä puolina asiakkaalle on sähkölaskun pieneneminen, niin sähkönkulutuksen kuin -siirronkin osalta. Myös sähkökatkotilanteissa pystyy omalla tuotannolla pitämään sähkölaitteet käynnissä. Teknologioiden kehittyessä nykypäivänä hurjaa vauhtia halpenee myös eniten käytettyjen aurinko- ja tuulivoimaloiden hinnat. Tämä edesauttaa asiakkaiden halukkuutta ja intoa investoida omaan sähköntuotantoon. Nykypäivän rakennuskriteerit ja energiatehokkuus kertoimet rakennuksille, nopeuttavat myös omaan tuotantoon panostamista. Kuitenkin vanhaan taloon uusien laitteiden in-

vestointi voi olla hyvinkin kallista ja näin ollen ne eivät välttämättä maksa itseään takaisin. Myös valtio voi nopeuttaa tuotannon rakentamista esim. myöntämällä energia avustuksia pientuotantoon.

Suomessa uusiutuvan pientuotannon lisäämiseksi voitaisiin ottaa mallia Saksasta, jossa uusiutuvan pientuotannon rakentamista tuetaan suurilla tukipaketeilla. Saksassa siirtotariffi koskee kaikkea uusiutuvaa tuotantoa. Suurimmat tuet saa aurinkoenergia, joista pienimmät laitokset saavat suurimman tuen, muilla tuotantolaitoksilla tuet ovat samansuuruiset laitoksen koosta riippumatta. Poikkeuksena suuret vesivoimalat kokoluokka 5-150 MW. Suomessa siirtotariffi, koskee lähinnä vain tuulivoimaa, myös vesivoimaloita tuetaan jonkin verran. Aurinkoenergian lisääminen tukien piiriin Suomessa nopeuttaisi pientuotannon yleistymistä.

Rakentamista voi hidastaa ja vaikeuttaa myös rakennuslupien saanti voimaloille. Uusille asuinalueille on varmasti jo kaavoituksessa huomioitu pien- ja mikrotuotannon rakennus. Vanhoille asuinalueille voimaloiden rakennuslupien saanti voi ollakin jo paljon vaikeampaa. Lisäksi voimaloiden vaatimat huolto ja koestus määrävälein voi tuottaa ongelmia, mikäli asiaan ei ole tarpeeksi perehtynyt. Nämä tarkastukset täytyy teettää alan ammattilaisilla ja niistä kertyy myös lisäkustannuksia. Tuotannon kasvun hitauteen vaikuttaa myös laki, joka ei edellytä markkinaosapuolille tuotetunsähkön ostopakkoa.

Jos sähköä tuottaa niin paljon, että sitä voi siirtää myös jakeluverkkoon ja sille löytää ostajan, voi tällä saada lisähyötyä tuotannolle. Mikrotuotannon osalta, käytetään samoja suosituksia kuin pientuotantoon. Kuitenkin tässä tapauksessa, jos tuottajan laitteet aiheuttavat verkkoon sellaisia häiriötä, että ne rikkovat verkkoyhtiö tai muiden asiakkaiden laitteita, joutuu tuottaja korvaamaan nämä aiheutuneet vahingot.

9.4 Pientuotanto verkkoyhtiön kannalta

Verkkoyhtiölle pien- ja mikrotuotanto voi olla sekä positiivinen ja negatiivinen asia. Jos pientuotanto pysyy pienimuotoisena ja asiakkaat haluavat siirtää ylimääräisen sähkön verkkoon, parantaa tämä jakeluverkon sähkönlaatua ja pienentää häviöitä. Jos tuotantolaitoksia liittyy verkkoon useita, voi tämä puolestaan aiheuttaa ongelmia sähkönjakeluverkossa esim. jännitteen nousua. Lisäksi tästä siirretystä sähköstä ei tarvitse nykylain-

säädännön mukaan maksaa korvausta asiakkaalle, eikä asiakkaalta saa periä siirtokorvausta verkkoon siirretystä sähköstä. Ainakin pitkillä johtolähdöillä ja haja-asutusalueilla tästä olisi hyötyä. Lisäksi verkkoyhtiöt voisivat saada pientuotannosta tuottoa mittaus- ja muilla palveluilla.

Haittapuolena pientuotannon yleistyessä on verkkoyhtiöiden tulorakenne, joka perustuu lähinnä siirtomaksuihin. Tuotannon lisääntyessä ja asiakkaiden sähkönsiirron pienentyessä verkkoyhtiön saamat maksut pienenevät ja talous voi ajautua vaikeuksiin. Jos pientuottajat myyvät sähköään markkinoille, saa verkkoyhtiö periä tästä enintään 0,07 c/kWh, joka ei riitä korvaamaan tuotannosta johtuvia menetyksiä siirtomaksuissa. Lisäksi tariffeihin perustuvan hinnoittelu mukaan tuleva korvaus pienenee kun asiakas pysyy tuottamaan suurimman osan tarvitsemastaan sähköstä itse. Talvella kulutushuippujen aikaan, jolloin tuotantoa on hyvin vähän tai ei lainkaan, joutuu verkkoyhtiö silti huoltamaan verkkoaan, vaikka sähkönsiirrosta saatu korvaus on pienempi kuin ennen, mutta kustannukset pysyvät samana tai jopa kasvavat. Tuotannon suuri kasvu varmasti vaikuttaisi siirtotariffeihin, joihin pitäisi tehdä muutoksia ja hinnan korotuksia. Lisäksi tähän ongelmaan voisi vaikuttaa lailla, jolla nostettaisiin asiakkailta verkkoon siirretyn sähkönsiirtohintaa.

Lisäksi ongelmana pientuotannon yleistyessä on verkonsuojaus. Tuotantolaitosten verkkoon syöttämä teho ja vikavirta voi vaikeuttaa suojalaitteiden toimintaa ja esim. estää pikajälleenkytkennän. Vikatilanteissa, joissa tuotantolaitos ei kytkeydy irti PJK:n aikana, jää se syöttämään vikaa PJK:n jälkeen. Tästä johtuen vikapaikan valokaari ei pääse sammumaan ja vika jää pysyväksi. Kuitenkin suojauksiin tehtävät muutokset, sekä verkon asiakkaan osaan tehdyt vahvennukset voidaan laskuttaa pientuottajalta.

Lisäksi pientuotanto voi aiheuttaa verkon huoltoa ja kunnossapitoa tekeville asentajille vaaratilanteita. Tapauksissa, joissa työkohde on tehty jännitteettömäksi ja jännitteettömyys on todettu, voi tämän jälkeen asiakkaan voimala syöttää sähköä verkkoon, jolloin työkohde on jännitteinen. Tällainen tilanne voi syntyä, jos asiakas ei ole ilmoittanut voimalaitoksestaan verkkoyhtiölle tai laitteistossa ei ole saarekekäytönestoa. Tämä voidaan estää tekemällä työmaadoitus asennus tai huoltotyön ajaksi.

10 SÄHKÖNLAATUTIEDOT

10.1 Sähköasemalaitteet

Kemin Energian sähköverkkoon on sähköasemille asennettu päämuuntajien 20 kV:n puolelle sähkölaadunmittarit, yksi Karihaaraan ja kaksi Syväkankaalle. Lisäksi samantyyppiset mittarit on asennettu Kurkelan muuntoasemalle ja Haminan tuulimyllylle. Keski-jänniteverkon sähkölaatua mitataan Electrix:n toimittamilla eQL -mittareilla, joita KJ-verkossa on viisi kappaletta.

Mittarit tulee kytkeä KJ-puolella virta- ja jännitemuuntajilla, jännite- ja virta-arvojen ollessa 3 x 100/57,7 V ja 5 A. Laatuvahti mittareilla saadaan mitattua päto-, lois- ja näennäisteho, jännitteenlaatu sähköverkosta, verkon virrat, sekä luettua mittarin rekisteröimien hälytyksien tiedot. Tehot voidaan mitata vaiheittain tai kolmivaiheisena. Jännitteenlaadun mittauksia ovat mm. vaihe- ja pääjännitteet, välkyntä, jännitteen tasakomponentti ja jännitteen yliaallot 3, 5 ja 7. Virtasuureista saadaan mitattua vaihevirratt, tehollisarvojen minimi ja maksimi sekä tehollisarvot jännitekuoppien aikana, mittausjakson pituus on 20 ms. Lisäksi mittarilla saadaan mitattua mm. taajuus ja tehokerroin vaiheittain. Mittari ilmoittaa vikatavulla onko mittausjakso ollut normaali. (Vehviläinen b, 2 - 6.) Sähkölaadunmittauksen toimintakaaviosta (Liite 3), käy ilmi miten mittaus toteutetaan ja data siirretään käyttäjälle.

Mittari pystyy tallentamaan mittaustietoja 1536 kpl, mittausjakson voi itse määrittää. Jos mittausjakso on, esim. 10 min pystytään tallentamaan 10 päivän tiedot. Jännitteen kuopista ja kohoumista tallennus kapasiteetti on 6144 kpl. Laitteen lokiin voidaan tallentaa aikaleimattuja tapahtumia kuten jännitekatkoja, vikatietoja ja hälytyksiä 2112 kpl. Tehotapahtumia voidaan rekisteröidä 16000 kpl. (Vehviläinen b, 7.)

Mittalaitteet rekisteröivät sähköjakeluverkon vikatilanteissa mm. seuraavia tietoja nol-lavika, yli- ja alijännite sekä muuttuneen kiertosuunnan esim. U2/U1. Hälytystiedot täyttävät standardin EN 50160 vaatimukset mm. jännitesärön ja välkynnän osalta. Näiden hälytysten lisäksi mittari hälyttää, kun jännite tai virta ylittää mittarin mittausalueen, pätötehot ovat erisuuntaiset tai jännitekentän kiertosuunta on väärä. Laitteen hälytystoiminnot ovat ohjelmoitavissa. Laitteet toimitetaan valmiiksi ohjelmoituna, jolloin

kaikki mittarin ominaisuudet on otettu käyttöön. Kellon aika laitteelle päivittyy kun se rekisteröityy verkkoon, käytössä on normaaliaika. (Vehviläinen b, 8 – 10, 16.)

Mittareiden luenta voidaan suorittaa GSM-yhteydellä 3G-verkossa tai Internetin kautta TCP/IP-protokollalla. Luetut tiedot viedään PQ-NET raportointipalveluun. Lisäksi mittarin voi lukea paikallisesti PC:n avulla RS-232C-liittimellä. PC:ssä pitää olla esim. Windows Terminal-ohjelmisto. Automaattiseen etäluentaan voidaan käyttää esim. eQL Tool -ohjelmistoa. (Vehviläinen b, 17, 18.)

10.2 Laatuvaudit pj-verkossa

Kemin Energian jakelualueella on verkkoon asennettu laatuvahteja 11 kappaletta. Laatuvahteista kuusi on asennettu PJ-verkon puolelle ja viisi keskijänniteverkon puolelle. PJ-verkon laatuvaudit on asennettu sähköasemien lähimmäisille muuntoasemille, sekä verkon kaukaisimpiin pisteisiin. Vahdeilla pyritään saamaan mahdollisimman kattava kuva koko Kemin Energian sähkönjakeluverkon sähkönlaadusta. Mittaukset ovat muuntopiiri kohtaisia, mutta niiden sijoittelulla saadaan hyvä kuva koko jakeluverkon sähkönlaadusta.

Pienjänniteverkon laadunmittaukseen käytetyt EDmodGSM-laatumoduulit tarkkailevat PJ-verkon jännitteen laatua. Laadunmittaukseen ei sovellu AMR:ssä käytetyt mittarit, koska niiltä saadaan vain jännitekatkotiedot yli 3 min kestäneistä katkoista, eivätkä ne pysty rekisteröimään PJK:tä. Lisäksi saatavat laatuarvot ovat vain jännitteistä ja niiden mittaus on epätarkkaa. (Vehviläinen a, 3.)

Laatumoduuli voidaan asentaa, joko mittarin liitinlevyn päälle tai pinta-asennuksena esim. muuntamolle. Mittalaite asennetaan PJ-verkossa haluttuun pisteeseen, esim. pitkien johtolähtöjen päihin tai suurten asiakkaiden keskuksiin mittamaan jännitteen laatua. (Vehviläinen a, 5.) Jakeluverkon laadunmittauksen periaatteellinen toteutuskuva (Liite 4) on mallinnus laadunmittauksen toteutuksesta jakeluverkossa.

Mitattavat suureet ovat samat kuin laatuvahtimittareilla, mutta moduuli ei pysty mittaamaan tehoja eikä virtoja. Tallennuskapasiteetti mittausjaksoille on 6144 kpl, joka 10 min mittausjaksolla on 42 päivää / 6 vko:a. Jännitekuoppien ja -kohoumien sekä lokita-

pahtumien tallennuskapasiteetti on sama kuin laatuvahti mittarissa. Moduulin tallennus tilaa voidaan laajentaa 2- tai 4-kertaiseksi. Moduuli rekisteröi samat hälytykset kuin mittarikin. Hälytyksien asetukset ovat ohjelmoitavissa, voidaan valita tuleeko hälytystieto esim. SMS viestillä vai GPRS viestillä, käytössä voi olla myös molemmat viestit. (Vehviläinen a, 6 - 10.)

Laitteet toimitetaan valmiiksi ohjelmoituna. Käytössä on tällöin perusasettelut. Kellon aika päivittyy operaattorinverkon kautta automaattisesti, käytössä normaaliaika. Paikallinen luku voidaan toteuttaa PC:llä ja RS-232C-liittimellä, sekä Windows Terminal-ohjelmalla. Etäluenta suoritetaan GSM/GPRS-tiedonsiirrolla. Moduulin luentakyselyt lähetetään SMS-viesteillä ja mittaustietojen siirto tehdään GPRS-yhteydellä. (Vehviläinen a, 14 - 15.)

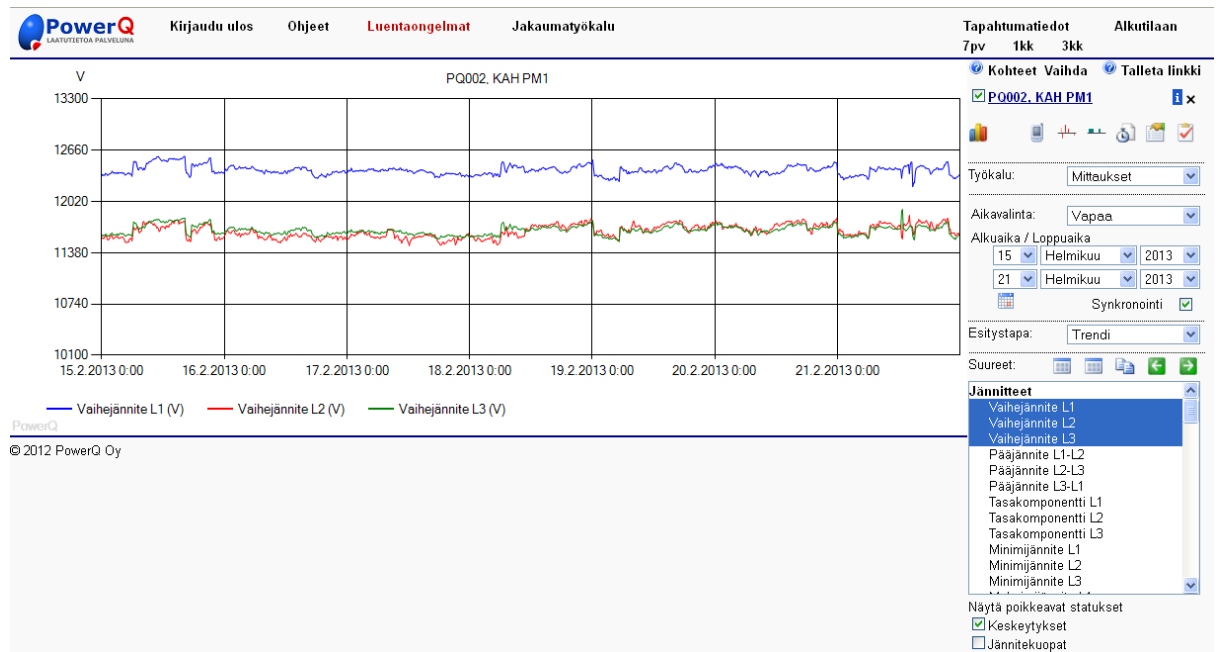
10.3 PQ-NET raportointipalvelu

PQ-NET raportointipalveluun luetaan laatuvahteilta ja -mittareilta saadut sähkölaatu-tiedot. Mittareiden luennasta vastaa PowerQ, joka tuottaa PQ-NET palvelun. Mittarit luetaan GSM-yhteyttä käyttäen. Raportointi työkaluun pääsee kirjautumaan PowerQ:n yrityksen Internet-sivujen kautta, tekemällä suoranlinkin työpöydälle tai selaimen suosikkeihin. Palveluun kirjaudutaan Kemin Energian tunnuksilla. Palvelu avautuu perusikkunassa, josta voidaan valita esim. kaikkien mittalaitteiden tapahtumatiedot eri aikaväleillä, valita haluttu kohde tarkasteluun esim. Syväkankaan päämuuntaja 1 tai valita pikalinkeistä valmiiksi tallennettuja profiileja.

Kohteen valinta tapahtuu klikkaamalla *kohteet* linkkiä. Avautuu ikkuna, josta avataan *tikapuukaavio*, johon on listattu kaikki Kemin Energian mittaushkohteet. Valitaan haluttu *kohde* esim. Karihaaran päämuuntaja, klikkaamalla sitä. Valintoja voi tehdä myös useita, klikkaamalla haluttuja kohteita. Kohde tai kohteet listautuvat perusikkunan oikeaan laitaan. *Kohteet* -ikkunan voi sulkea valinnat tehtyä, *sulje* painikkeella.

Kun kohde on valittu, voidaan suureet ikkunasta valita, mitä arvoja halutaan kuvaajasta tarkastella. Valittavia suureita ovat mm. *vaihejännitteet*, *vaihevirrat*, *lois-* ja *pätöteho*, *säröt* ja *yliaallot* ym. Suureita voidaan valita useampia kerralla pitämällä *ctrl*-näppäin pohjassa ja klikkaamalla haluttuja suureita. Kuvaaja saadaan piirrettyä, klikkaamalla

piirrä -painiketta (kolme pylvästä). Ikkunan tyhjään tilaan piirtyy kuvaaja valitusta kohteesta ja sen valituista suureista (kuva 44).



Kuva 44. Karihaaran päämuuntajan vaihejännitteet.

Kuvaajan aikavälin pystyy rajaamaan aikavalinnalla. Valintana voi olla viikot, kuukaudet, mittausaika tai vapaa, jolloin pystyy määrittelemään aikavälin päivämäärittäin. Lisäksi kohteesta pystytään luomaan laaturaportti, tarkastelemaan katkaisijoiden tilatietoja sekä tarkastelemaan keskeytyksiä ja jännitekuoppia/kohoumia erillisissä taulukoissa. Jos kohteita on valittu enemmän, saadaan niiden kuvaajat näytölle klikkaamalla *kohde* aktiiviseksi, valitsemalla sille halutut *suureet* ja painamalla *piirrä*. Kuvaaja piirtyy ensimmäisen kuvaajan alle ja sen otsikkotietoon tulee kohteen nimi.

11 POHDINTA

Aiheen opinnäytetyöhöni sain Kemin Energialta syksyllä 2012. Työn teon aloitin tammiukuussa 2013. Opinnäytetyön aiheen ja paikan valintaa helpotti aikaisempi työkokemus etäluentajärjestelmistä ja siihen liittyvistä laitteista. Olen työskennellyt etäluennan parissa Kemin Energialla kesätoissa ja tuotantopainotteisen koulutusohjelman työharjoittelussa.

Työssä kuvattiin Kemin Energialla käytössä oleva etäluentajärjestelmä ja siihen kuuluvia laitteistoja. Työssä käy ilmi etäluennan vaikutus sähköenergianmittaukseen ja sen mukana tuomat mahdollisuudet. Etäluenta tuo mukanaan myös ongelmia esim. arviolaskutuksen poistuessa, jolloin sähkölämmittäjille voi tulla talvikuukausina suuriakin sähkölaskuja. Lisäksi uudessa ja vielä nuoressa järjestelmässä on vikoja ja ongelmia esim. kuuluvuushäiriöt, jotka vaativat hieman enemmän kokemusta ennen kuin ongelmat saadaan ratkaistua. Lisäksi mittareiden vaihdolle laissa annettu takaraja pakottaa yhtiöt vaihtamaan mittarit pikavauhtia, eikä ilmenneisiin ongelmiin ehditä perehtymään. Kun mittarit saadaan vaihdettua vuoden 2013 loppuun mennessä, jää enemmän aikaa perehtyä ilmenneisiin ongelmiin.

Työn aihealueesta löytyy hyvin paljon tietoa ja materiaalia, joten työssä olen joutunut rajaamaan käsiteltäviä asioita hyvin lyhyeksi, ettei aihe paisuisi liikaa. Työn aikana olen saanut käsityksen miten sähkömarkkinat toimivat ja miten etäluenta vaikuttaa siihen. Lisäksi olen oppinut paljon sähköenergianmittauksesta niin vanhasta kuin uudestakin tavasta. Etäluentajärjestelmien kuvausta helpotti aikaisempi työkokemus, mutta näistäkin järjestelmistä opin paljon uutta ja EllaEDM-järjestelmä tuli kokonaan uutena asiana. EDM-järjestelmästä tehtiin vain yleiskuvaus, materiaalin saatavuus ongelmien vuoksi.

Etäluenta helpottaa myös sähkömarkkinoiden toimintaa, kun vanha kuormitusmalleihin perustunut sähköntuotannon ennustaminen voidaan korvata ”reaaliaikaisella” kulutus-tiedolla, joka saadaan etäluettavista mittareista. On kuitenkin hyvä huomata, että tällä hetkellä mittareilta luettava data on vuorokauden vanhaa. Kuitenkin tekniikan avulla voidaan helpommin suunnitella sähköntuotantoa ja kulutushuippujen ennustaminen on helpompaa etäluennan myötä. Lisäksi järjestelmät tuovat lisäarvoa taseselvitykseen, jonka tekeminen helpottuu järjestelmien toimintojen kautta. Myös pien- ja mikrotuotannon yleistymisen on sidoksissa etäluentaan, kun asennetaan mittareita, jotka pystyvät

kaksisuuntaiseen mittaukseen, eli kulutuksen ja tuotannon mittaukseen. Joissakin tapauksissa toki joudutaan vaihtamaan mittalaite, sillä kaikki laitteet eivät pysty kaksisuuntaiseen mittaukseen. Myös pientuotannon laitteiden halpeneminen ja sähkönhinnan nousu nopeuttaa asiakkaiden halua omaan sähköntuotantoon.

Opinnäytetyön järjestelmien kuvauksen yhteyteen sisällytetyistä käyttöohjeista on hyötyä mittaripuolen uudelle asentajalle ja muille Kemin Energian henkilökunnalle, jotka eivät päivittäin käytä näitä järjestelmiä. Pientuotannon aiheuttamat hyödyt ja haitat tulevat esille ja niihin voidaan perehtyä tämän työn pohjalta. Pientuotannon osalta Suomessa yleistymistä hidastaa vähäinen tukien määrä, sekä tuotetun ylijäämäsiähkön ostajan löytämisen vaikeus. Toki osa sähköyhtiöstä on tehnyt jo ostosopimuksia pientuottajien kanssa, mutta jos ostajaa ei löydy tulee verkkoon syöttö nykyainsäädännöllä estää. Mikä itsessään vähentää pientuotannon liittymistä jakeluverkkoon. Kemin Energian jakelualueella ei vielä ole tullut kyselyjä pientuotantoon liittyen, mutta siihen kannattaa varautua tulevaisuutta ajatellen.

Sähkönlaatu tietojen raportointipalvelu on vähällä käytöllä, joten sen tuomat mahdollisuudet verkon ja sähkönlaadun parantamiseksi jäävät käyttämättä parhaalla mahdollisella tavalla. Raportointipalvelusta saadaan hyvin tietoa sähköverkon tilasta ja laitteiden asettelun avulla voidaan sanoa, että sähkönlaatu on kattavasti mitattu. Olettaen, että sähkönlaatu ei ole huonompaa mittaamattomilla alueilla.

LÄHTEET

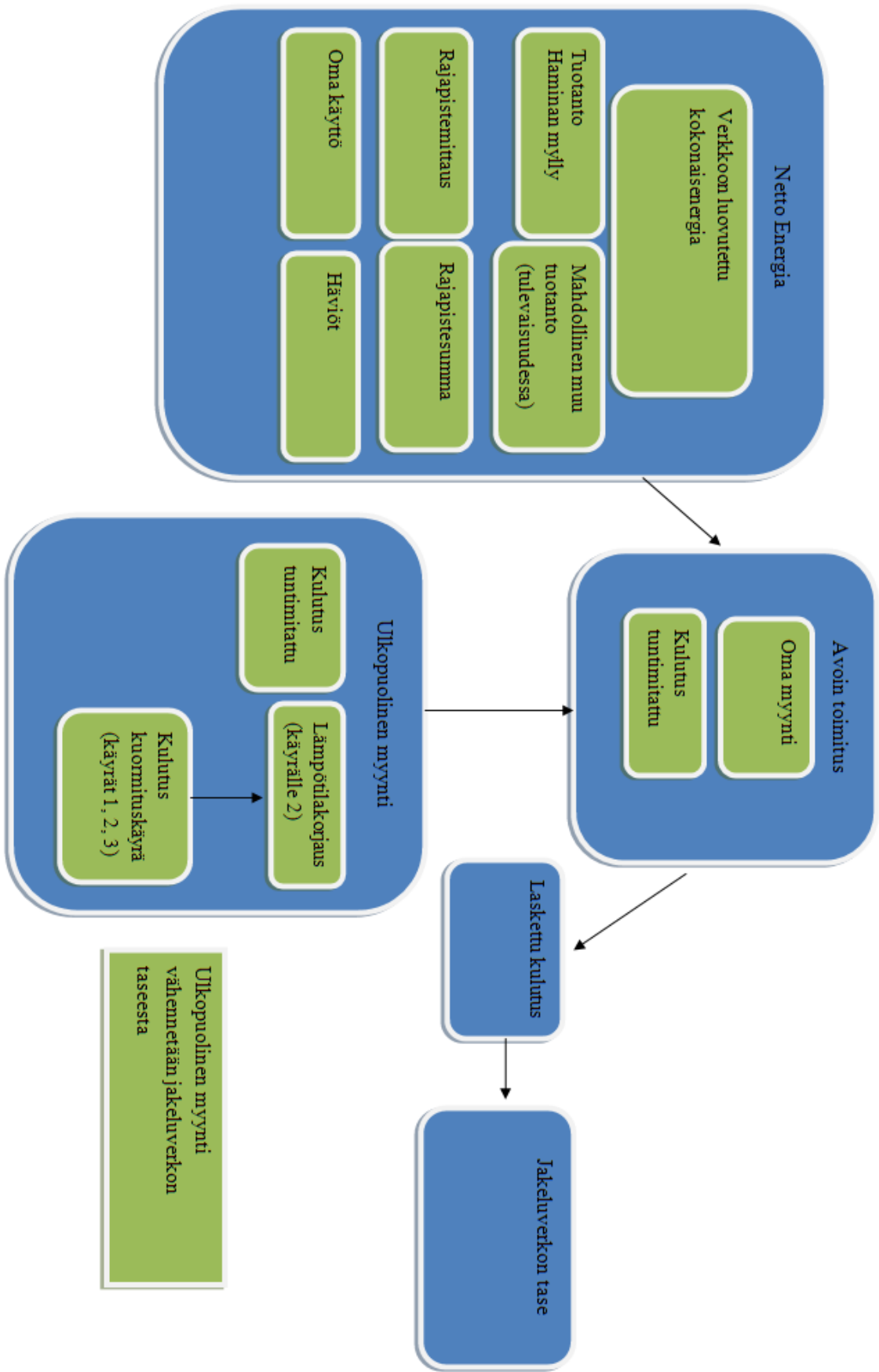
- Echelon Corporation 2012. LonWorks PLCA-22 Power Line Communications Analyzer, User's Guide. Pdf-dokumentti. Sisäinen dokumentti.
- Empower Oy 2013. Ellarex versio 2.0.5. Käyttöohje pdf-dokumentti. Sisäinen dokumentti.
- Energiamarkkinavirasto 2010. Selvitys sähkötariffien hintakomponenttien kehityksestä vuosina 2000 – 2010. Hakupäivä 21.1.2013.
<http://www.energiamarkkinavirasto.fi/files/Tariffiselvitys_raportti_3_2010.pdf>
- Energiateollisuus 2011. Sähköntuotannon liittymisehdot TLE11. Energiateollisuus. Hakupäivä 20.2.2013.
<http://energia.fi/sites/default/files/tuotannon_liittymisehdot_tle11.pdf>
- Energiateollisuus, Lehto, Ina 2011. Ohje verkon suunnittelijoille tuotannon liittämisestä. Energiateollisuus. Hakupäivä 15.2.2013.
<http://energia.fi/sites/default/files/ohje_verkon_suunnittelun_tueksi.pdf>
- Enermet 2007. ERE2-toistin. Tuotekuvaus pdf-dokumentti. Sisäinen dokumentti. Landis+Gyr Enermet.
- Enermet 2006a. EMPC100i-keskitin. Tuotekuvaus pdf-dokumentti. Sisäinen dokumentti. Landis+Gyr Enermet.
- Enermet 2006b. E120Lt-10NV Integroitumittari. Tuotekuvaus pdf-dokumentti. Sisäinen dokumentti. Landis+Gyr Enermet.
- Enermet 2006c. E700 Mittari. Asennus- ja käyttöohje pdf-dokumentti. Sisäinen dokumentti. Landis+Gyr Enermet.
- Enermet 1997. Mittauspääte MT40 puhelinluentaan. Tuotekuvaus. Sisäinen dokumentti. Enermet.
- Enermet 1995. Mittauspääte MT30E puhelinluentaan. Tuotekuvaus. Sisäinen dokumentti. Enermet.
- Harjula, Mikko 2008. Mittausvirtoihin liittyvä standardointi- ja kooditusehdotus uusilla energiamarkkinoilla. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Lappeenranta.
- Heiska, Mikko 2006. Sähköenergian mittausta ja kaukoluenta. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu, Tampere.
- Honkanen, Harri 2013. LonWorks. Hakupäivä 14.1.2013.
<http://gallia.kajak.fi/opmateriaalit/yleinen/honhar/ma/KAT_LonWorks.pdf>
- Karkulainen, Toma 2005. Sähkölaitteiden kaukoluenta kannattavuus ja käyttöönotto sähköverkkoyhtiössä. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Lappeenranta.
- Kemin Energia Oy 2013. Historia. Hakupäivä 7.1.2013.
<http://www.keminenergia.fi/kemin_energia/historia>
- Kemin Energia Oy 2011. Vuosikertomus 2011.
- Korpinen, Leena 2013. 5 Sähköverkon automaatio ja suojaus. Hakupäivä 24.4.2013.
<http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/5sahkoverkon_automatio_ja_suojau_s.pdf>
- Kärkkäinen, Seppo & Koponen, Pekka & Martikainen, Antti & Pihala, Hannu 2006. Sähkön pienkuluttajien etäluettavan mittaroinnin tila ja luomat mahdollisuudet. VTT:n tutkimusraportti. Hakupäivä 14.1.2013.
<<http://www.tem.fi/files/16745/Raportti-lopullinen.pdf>>
- Laki sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta 1260/1996. Hakupäivä 23.4.2013. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961260#P5>>
- Landis+Gyr 2012a. Gridstream AIM/HES AMR-järjestelmä käyttöopas pdf-dokumentti. Sisäinen dokumentti. Landis+Gyr.

- Landis+Gyr 2012b. Gridstream AIM Site Manager tuotekuvaus pdf-dokumentti. Sisäinen dokumentti. Landis+Gyr.
- Landis+Gyr 2012c. Tiedote etäluennan tiedonsiirtotekniikoiden vaikutuksesta kotitalouksilaitteisiin. Tiedote. Sisäinen dokumentti. Landis+Gyr.
- Landis+Gyr 2009. Sähkömittari ZxD400 käyttöohje. Pdf-dokumentti. Sisäinen dokumentti. Landis+Gyr.
- Landis+Gyr Enermet 2008a. EPS32 Power Switch. Tuotekuvaus pdf-dokumentti. Sisäinen dokumentti. Landis+Gyr.
- Landis+Gyr Enermet 2008b. E120GiME kotitaloussähkömittari. Tuotekuvaus pdf-dokumentti. Sisäinen dokumentti. Landis+Gyr Enermet.
- Landis+Gyr Enermet 2007a. Enermet ET10-päätelaite Landis+Gyr ZCF100AX-mittaria varten. Tuotekuvaus pdf-dokumentti. Sisäinen dokumentti. Landis+Gyr Enermet.
- Landis+Gyr Enermet 2007b. Enermet E120LiME-kotitaloussähkömittari. Tuotekuvaus. Sisäinen dokumentti. Landis+GYR Enermet.
- Landis+Gyr Enermet 2007c. Enermet Integroitu E120Lt-mittari. Tuotekuvaus pdf-dokumentti. Sisäinen dokumentti. Landis+GYR Enermet.
- Lehto, Ina 2009. Mikrotuotannon liittäminen yleiseen sähkönjakeluverkkoon. Diplomityö. Helsingin teknillinen korkeakoulu, Helsinki.
- Lindeman, Keijo & Sahinoja, Tapio 2010. Sähkötäustekniikan perusteet. Porvoo: WSOY.
- Partanen, Jarmo & Viljainen, Satu & Lassila, Jukka & Honkapuro, Samuli & Tahvanainen, Kaisa & Karjalainen, Risto & Annala, Salla & Makkonen, Mari 2012. Sähkömarkkinat – opetusmoniste pdf-dokumentti. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.
- Piispanen, Markus 2010. Synergioiden saavutettavuus automaattisessa mittarinluennassa sähkö-, kaukolämpö- ja vesihuolto-yhtiöiden välillä. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Espoo.
- Rissanen, Markku & Mustaparta, Jari & Pirttimäki, Janne & Roiha, Jarmo & Ruottinen, Juuso & Ruottinen, Saku & Seppälä, Joel & Sievi, Aarne & Heinimäki, Riina & Lehtomäki, Elina 2010. Tuntimittauksen periaatteita. Hakupäivä 7.1.2013.
<http://energia.fi/sites/default/files/tuntimittausuositus_2010_paivitetty_20121204.pdf>
- SFS 3381, 2000. Vaihtosähköenergian mittaaminen. Mittauslaitteistot. Helsinki: SFS.
- Sähkömarkkinalaki 386/1995. Hakupäivä 20.2.2013.
<<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1995/19950386>>
- Tekla 2012. DMS käyttäjän käsikirja pdf-dokumentti. Sisäinen dokumentti. Tekla Corporation.
- Tekla 2011. TeklaNIS 11.2 versiokuvaus pdf-dokumentti. Sisäinen dokumentti. Tekla Corporation.
- Valtioneuvostonasetus sähkömarkkinoista 65/2009. Hakupäivä 23.4.2013.
<<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090065>>
- Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 66/2009. Hakupäivä 22.4.2013.
<<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090066?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=66%2F2009>>
- Valtonen, Petri 2009. Interaktiivisen asiakasrajapinnan mahdollistamat energiatehokkuutta tukevat toiminnot ja niiden kannattavuus. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Lappeenranta.
- Vehviläinen Seppo a. EDmodGSM -laatumoduulit, pdf-dokumentti. Sisäinen dokumentti. MX Electrix Oy.
- Vehviläinen Seppo b. eQL laatuvahti2 -mittari, pdf-dokumentti. Sisäinen dokumentti. MX Electrix Oy.
- Wallin, Pekka 2001. Sähkötäustekniikan perusteet. Helsinki: Otatieto.

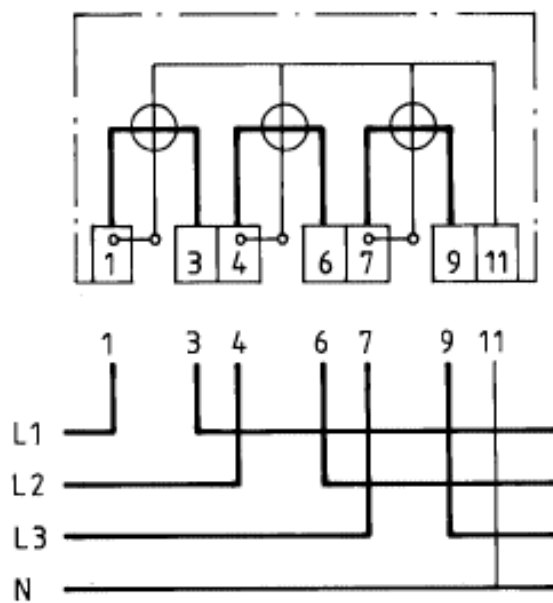
LIITTEET

- Liite 1. Jakeluverkon taseselvitys laskenta
- Liite 2. Mittauksien kytkentäkaaviot
- Liite 3. Sähkönlaadunmittauksen toimintakaavio
- Liite 4. Sähkönlaadun seuranta jakeluverkossa

Liite 1. Jakeluverkon taseselvitys laskenta



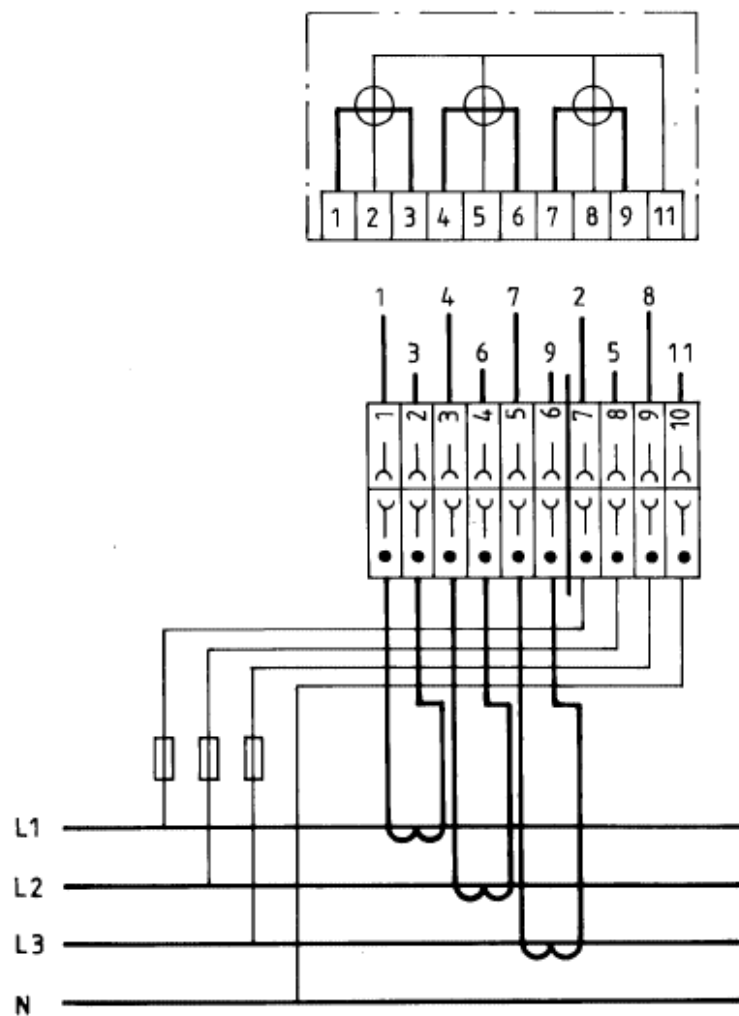
Liite 2 1(5). Mittauksien kytkentäkaaviot.



Johtimen merkitseminen

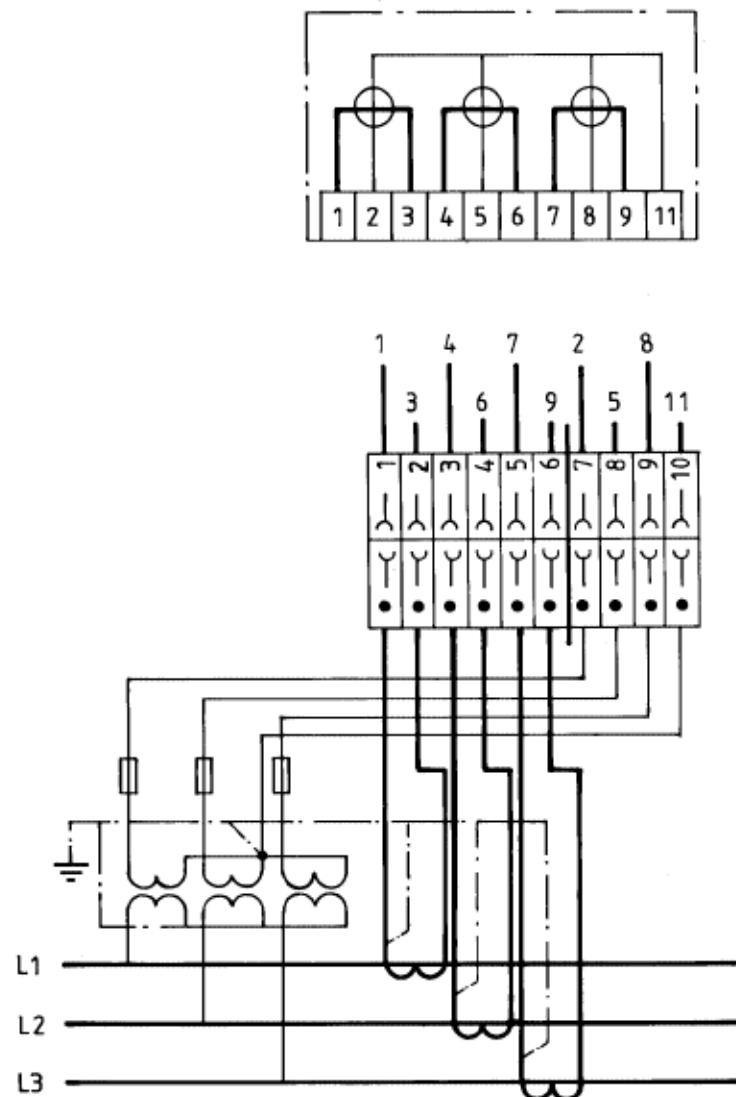
Kuva 1 Suora mittaus

Liite 2 2(5). Mittauksien kytkentäkaaviot.



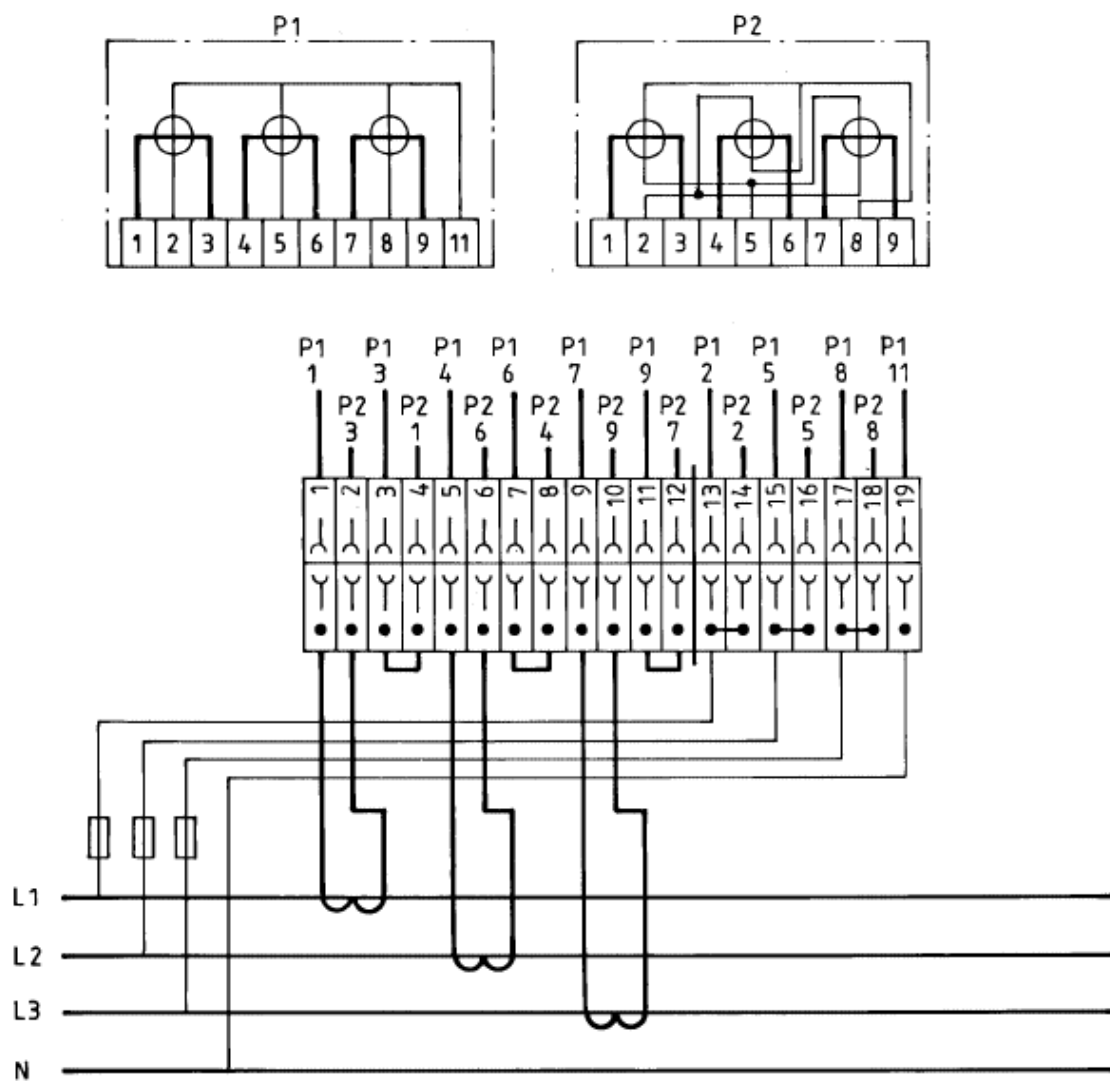
Kuva 2 Epäsuora mittaus, virtamuuntajaliitäntä

Liite 2 3(5). Mittauksien kytkentäkaaviot.



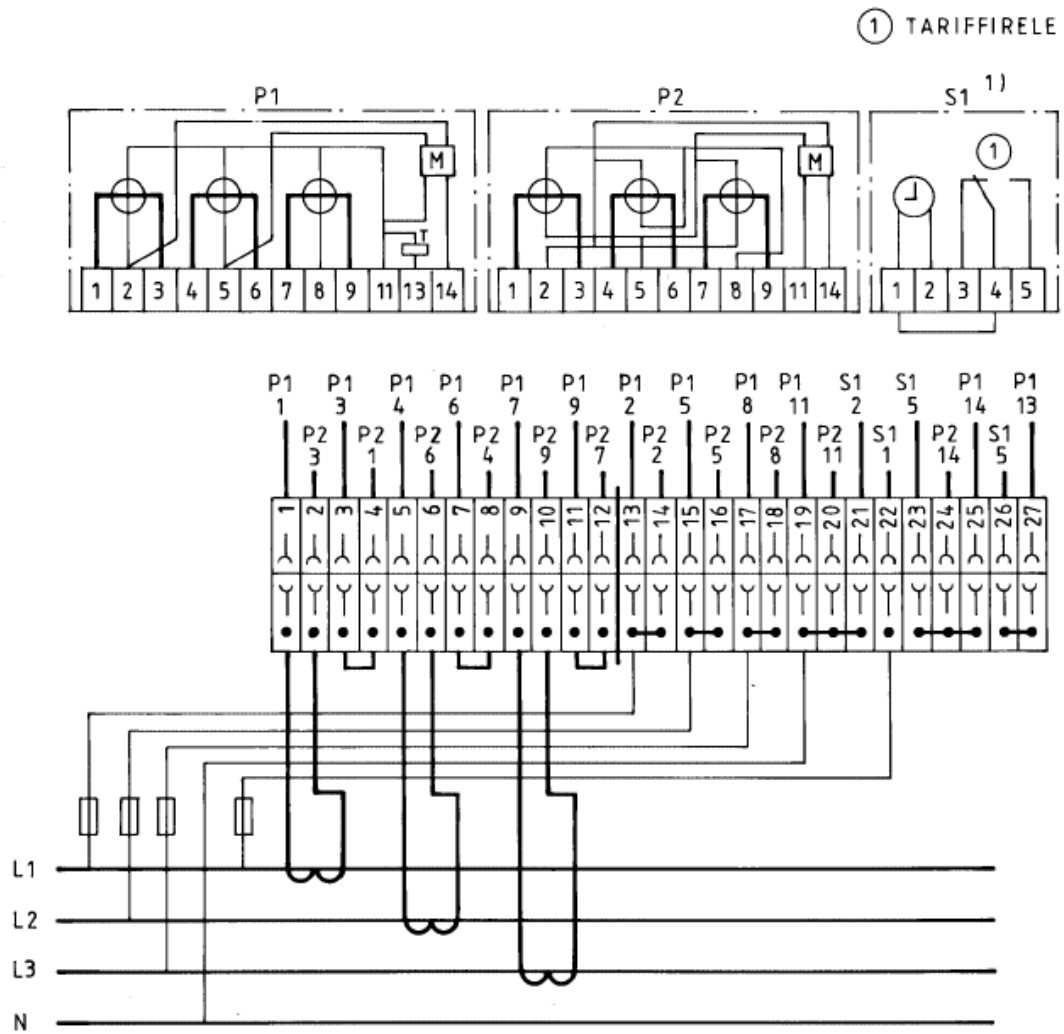
Kuva 3 Epäsuora mittaus, virta- ja jännitemuuntajaliitännät

Liite 2 4(5). Mittauksien kytkentäkaaviot.



Kuva 4 Pätö- ja loisenergian epäsuora mittaus, virtamuuntajaliitäntä

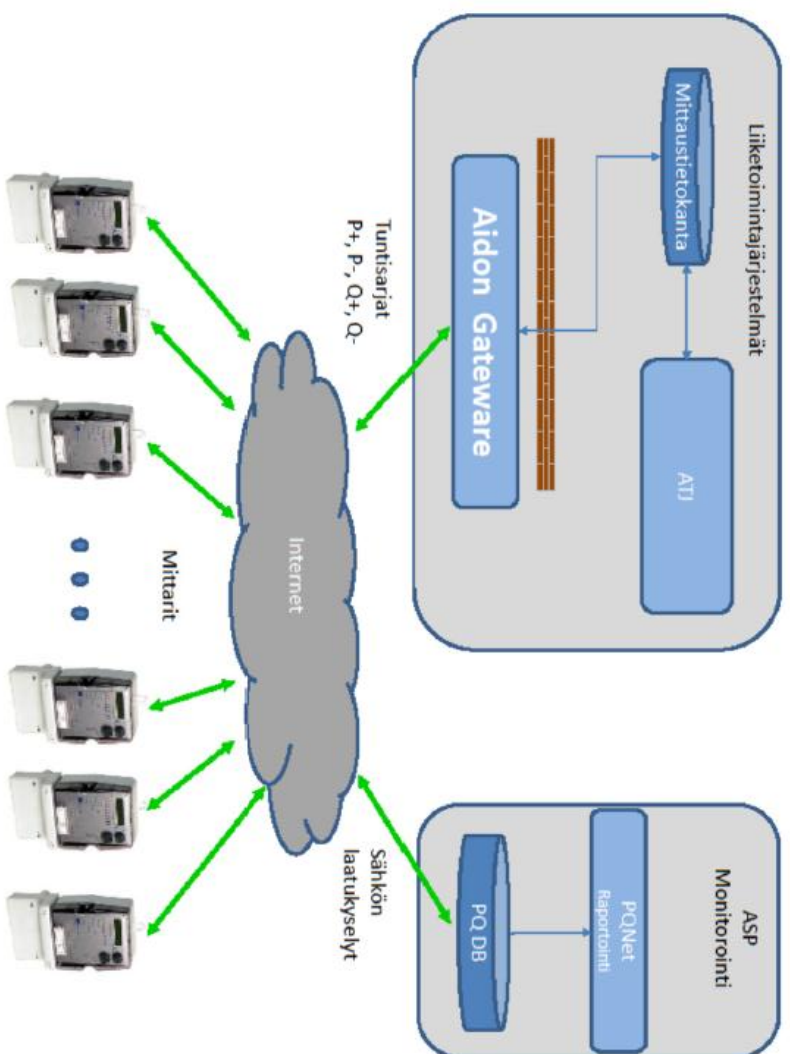
Liite 2 5(5). Mittauksien kytkentäkaaviot.



Kuva 5 Pätö- ja loiseenergian mittaus, virtamuuntajaliitäntä, ulkoinen osa-aikahuipun mittauksen ohjaus ja kaksoistariffilaskulaite

¹⁾ Ohjauslaitteiden liitäntäjohtimien käyttötarkoituksiin perustuvia merkintöjä on käsitelty standardissa SFS 3382.

eQL kokonaiskonsepti



Jakeluverkon sähkön laadun seuranta

